AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV
= UNI EN ISO 9001:2000 =
UNI EN ISO 14001:2004

COMMITTENTE:	PROGETTO:
INFRASTRUCTURE ITALIA LAND 4 S.R.L *Via del bosco rinnovato, 6* ***20057 Assago (MI)***	***Progettazione nuovo Data Center Vellezzo Bellini*** *Località Giovenzano* *Alzaia Naviglio Pavese snc* **27010 Vellezzo Bellini (Pavia)**

Studio diffusionale – Valutazione dell'impatto sulla qualità dell'aria

	agosto 2024	*Revisione 01*	*C. Grassi*	*L. Pessina*	*P. Colombo*
BON.2022.CLI.220		*Prima emissione*	*C. Grassi* *G. Schirò*	*L. Pessina*	*P. Colombo*
COMMESSA	*DATA*	*REV*	*REDATTO*	*VERIFICATO*	*APPROVATO*

ambiente s.p.a.
consulenza & ingegneria
esperienza per l'ambiente

Sede di Milano
via Tibullo 2 – 20151 Milano
Tel. 0245473370
Fax. 0245473371

Web page:www.ambientesc.it

Altre sedi principali
Carrara (sede legale e operativa) Via Frassina, 21 - 54033 Carrara (MS) - Tel. 0585/855624 - Fax. 0585/855617
Firenze Via di Soffiano, 15 - 50143 Firenze (FI) - Tel. 055/7134442
Roma Via L. Robecchi Brichetti, 6 - 00154 Roma (RM)
Taranto Via Matera, km 598/I - 74014 Laterza (TA) - T

Danilo Ebalginelli
19.09.2024 11:49:38 GMT+02:00

Premessa

Con il presente documento, ***Ambiente spa*** ha eseguito il mandato affidatole da **INFRASTRUCTURE ITALIA LAND 4 S.R.L.** con la diligenza richiesta.

Le elaborazioni ed i risultati illustrati nel presente documento, sono stati ottenuti ottemperando le normative vigenti e le regole riconosciute nel settore di operatività e sono basati sullo stato delle conoscenze all'atto di stesura del rapporto.

In riferimento a ciò Ambiente spa ha proceduto alla predisposizione della presente documentazione richiesta secondo le informazioni e le specifiche fornite dalla Committenza, la quale pertanto si assume ogni qualsivoglia responsabilità in ordine alla veridicità e correttezza delle stesse.

A tal fine, ***Ambiente spa***considera che:

- il committente, o i terzi da lui designati, hanno fornito tutte le informazioni corrette ed i documenti completi per l'esecuzione del mandato;
- il presente documento non verrà utilizzato in modo parziale;
- le elaborazioni ed i risultati conseguiti presenti nel seguente documento non verranno utilizzati per uno scopo diverso da quello convenuto o per altro oggetto, né saranno trasposti a circostanze modificate, senza essere stati riesaminati;
- nel presente documento con il termine "Committente" si intende la società INFRASTRUCTURE ITALIA LAND 4 S.R.L. che ha incaricato Ambiente spa per la redazione del presente documento.

INDICE

1 INTRODUZIONE 5

1.1 RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI 6
1.1.1 D. Lgs. 155/2010 6
1.1.2 Riferimenti normativi modellistica 8

2 ANALISI DELL'IMPATTO ATMOSFERICO 8

2.1 APPROCCIO METODOLOGICO 8
2.2 MODELLO PREVISIONALE 9
2.2.1 Calmet 9
2.2.2 Calpuff 9
2.2.3 Calpost 10
2.3 INQUADRAMENTO TERRITORIALE 11
2.3.1 Orografia 11
2.4 METEOROLOGIA 11
2.4.1 Qualità dell'aria 16
2.4.2 Recettori 17
2.4.3 Sorgenti 18
2.4.4 Influenza degli edifici (Building Downwash) 21
2.5 CONFIGURAZIONE DEL CODICE DI DISPERSIONE 23
2.5.1 simulazione scenario emissivo 24
2.5.2 Applicazione del codice CALMET 25
2.5.3 Applicazione del codice CALPUFF 28
2.5.4 ARM2 per il calcolo degli NO2 28

3 RISULTATI 30

3.1 MAPPE DI CONCENTRAZIONE 36

4 CONCLUSIONI 42

INDICE FIGURE

Figura 2.1- Rappresentazione dell'orografia del territorio. Il sito è evidenziato in rosso. 11
Figura 2.2- Temperatura anno 2022. 12
Figura 2.3- Umidità relativa anno 2022..... 13
Figura 2.4- Velocità del vento anno 2022. 14
Figura 2.5 - Analisi statistica della velocità del vento (Rosa dei venti - anno 2022). 15
Figura 2.6 - Individuazione dell'area di studio (area evidenziata in rosso) e dei recettori (punti arancione) su estratto della CTR. 18
Figura 2.7 - Dettaglio delle sorgenti emissive (area evidenziata in rosso e sorgenti evidenziate in giallo) su estratto della carta CTR. 21
Figura 2.8 - Ubicazione degli edifici esistenti e in progetto considerati per la valutazione del Building Downwash 22
Figura 2.9 – rosa dei venti estratta da CALMET in corrispondenza del DATACENTER cella 16-16. 25
Figura 2.9 – rosa dei venti estratta da CALMET in corrispondenza della stazione meteorologica cella 2-8 . 26
Figura 2.9 – serie temporale dell'altezza di miscelamento calcolata da CALMET nel punto dell'impianto.. 27
Figura 4.1 - Mappa di incremento della concentrazione media annuale del PM10 [µg/m^3] ottenuta della simulazione. ..... **Errore. Il segnalibro non è definito.**
Figura 4.2 - Mappa di incremento della concentrazione media annuale del CO [µg/m^3] ottenuta della simulazione. ..... **Errore. Il segnalibro non è definito.**
Figura 4.3 - Mappa di incremento della concentrazione media annuale del NO_2 [µg/m^3] ottenuta della simulazione. ..... **Errore. Il segnalibro non è definito.**
Figura 4.4 – Mappa di incremento della concentrazione media annuale del PM10 [µg/m^3] ottenuta della simulazione. ..... **Errore. Il segnalibro non è definito.**
Figura 4.5 -Mappa di incremento della concentrazione media annuale del CO [µg/m^3] ottenuta della simulazione. ..... **Errore. Il segnalibro non è definito.**
Figura 4.6- Mappa di incremento della concentrazione media annuale del NO_2 [µg/m^3] ottenuta della simulazione. ..... **Errore. Il segnalibro non è definito.**

INDICE TABELLE

Tabella 1.1.1 - Valori limite di riferimento per l'sposizione D. Lgs. 155/2010. 7
Tabella 2.1- Descrizione dello stato della qualità dell'aria della stazione di Pavia – via Folperti. 16
Tabella 2.2- Georeferenziazione dei recettori sensibili. 17
Tabella 2.3- Sorgente puntiforme di emissione (caratteristiche tecniche fornite dal produttore)..... 19
Tabella 2.4- Sorgenti puntuali inserite in CALPUFF. 20
Tabella 2.4 - Caratteristiche degli edifici esistenti e in progetto considerati per la valutazione del Building Downwash 22
Tabella 2.6 - Configurazione CALPUFF MODEL SYSTEM..... 23
Tabella 3.1- Dati di input del modello di dispersione. 24

Tabella 2.8- Occorrenza delle classi di stabilità calcolata da CALMET estratte in corrispondenza dell'impianto..... 27
Tabella 4.1- PM10 – Sintesi dei risultati della simulazione di testing. ... **Errore. Il segnalibro non è definito.**
Tabella 4.2- CO – Sintesi dei risultati della simulazione di testing..... **Errore. Il segnalibro non è definito.**
Tabella 4.3 - NOx – Sintesi dei risultati della simulazione di testing. 33
Tabella 4.4- PM10 – Sintesi dei risultati della simulazione di emergenza.**Errore. Il segnalibro non è definito.**
Tabella 4.5- CO – Sintesi dei risultati della simulazione di emergenza.. **Errore. Il segnalibro non è definito.**
Tabella 4.6 - NOx – Sintesi dei risultati della simulazione di emergenza.**Errore. Il segnalibro non è definito.**

BIBLIOGRAFIA DOCUMENTI RESI DISPONIBILI E UTILIZZATI PER LA RELAZIONE

- Schede tecniche generatori

- planimetria di progetto

1 INTRODUZIONE

Il presente progetto ha lo scopo di analizzare, attraverso l'applicazione di opportuni modelli matematici, l'impatto sull'atmosfera delle emissioni prodotte dai generatori diesel di emergenza del **Data Center di Vellezzo Bellini**, in provincia diPavia.

L'attività di supporto specialistico è relativa all'effettuazione dello studio di modellistica diffusionale delle emissioni in atmosfera dei seguenti inquinanti:

- Polveri (PM10)
- CO
- NOx

La modellizzazione prende in esame la valutazione delle emissioni prodotte a seguito dell'installazione dei gruppi elettrogeni e verifica il rispetto dei limiti normativi vigenti. Inoltre, si andranno adanalizzare due scenari: l'accensione di tutti i gruppi elettrogeni installati sul Data Center per andare a simulare una situazione di emergenza e l'accensione giornaliera di un gruppo elettrogeno per il controllo periodico.

E' necessario precisare che i gruppi elettrogeni oggetto di studio si configurano come **generatori di emergenza**, quest'ultimi hanno la funzione di garantire continuità del servizio in caso di blackout della rete elettrica nazionale. Nella condizione ordinaria, il Data Center è alimentato a corrente elettrica; quindi, i gruppi elettrogeni non sono in attività.

La presente relazione risponde alle richieste di integrazione da parte di Regione Lombardia con n. prot. MASE-2024-0115068 il 26/06/2024, della Provincia di Pavia, trasmessa con n. prot. MASE-2024-0105767 Il 25/06/2024 e della Città Metropolitana di Milano, trasmessa con n. prot. MASE-2024-0098810 il 30/05/2024.

1.1 Riferimenti legislativi e normativi

Il quadro normativo di riferimento per l'inquinamento atmosferico si compone di:

- **D. Lgs. 351/99**: recepisce ed attua **la Direttiva 96/69/CE** in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria. In particolare, definisce e riordina un glossario di definizioni chiave che devono supportare l'intero sistema di gestione della qualità dell'aria(valore limite, valore obiettivo, margine di tolleranza, zona, agglomerato etc);
- **D.M. 261/02**: introduce i Piani di Risanamento della Qualità dell'Aria come metodo di valutazione e gestione della qualità dell'aria, in dettaglio vengono spiegate le modalità tecniche per attuarela zonizzazione del territorio, le attività necessarie per la valutazione preliminare della qualità dell'aria, i contenuti dei Piani di risanamento, azione e mantenimento;
- **D. Lgs. 152/2006**:comprende le "Norme in materia ambientale" nella Parte V, come modificata dal D. Lgs. n. 128 del 2010; nell' Allegato Vintitolato "Polveri e sostanze organiche liquidenello specificonella Parte I "Emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico, scarico o stoccaggio di materiali polverulenti";
- **D. Lgs. 155/2010**: recepisce ed attua la **Direttiva 2008/50/CE** relativa alla qualità dell'aria a livello nazionale ed europea ,abroga integralmente il D.M. 60/2002 che definiva per gli inquinanti normati (biossido di zolfo, biossido di azoto, ossidi di azoto, le polveri, il piombo, il benzene ed il monossido di carbonio) i valori limite ed i margini di tolleranza.

1.1.1 D. Lgs. 155/2010

Il D. Lgs. 155/2010 recepisce la Direttiva europea 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e all'aria più pulita in Europa. A livello nazionale il D. Lgs. 155/2010 conferma in linea generale quanto stabilito dal D.M. 60/2002, e ad esso aggiunge nuove definizioni e nuovi obiettivi, tra cui:

- Il valore limitedelle concentrazioni atmosferiche (biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, piombo e PM10) sulla base delle evidenze scientifiche al fine di valutare prevenire o ridurre gli effetti dannosi sulla salute umana e sull'ambiente;
- Il valore soglia della concentrazione di biossido di zolfo e biossido di azoto per la valutazione il rischio sulla salute umana; in caso di esposizione di breve durata e definire l'immediato intervento;
- Il valore limite ("valore obiettivo") obbligo di concentrazione dell'esposizione e l'obiettivo nazionale di riduzione dell'esposizione di PM 2.5 nell'aria ambiente;e per le concentrazioni di arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene.

Nelle seguenti tabelle si riportano i valori limite per la qualità dell'aria secondo la legge sopra citata.

Valori di riferimento per la valutazione della QA secondo il D.Lgs. 155/2010 e smi			
Biossido di azoto (NO_2)	Valore limite orario	Numero di superamenti Media oraria (max 18 volte in un anno)	200 µg/ m^3
	Valore limite annuale	Media annua	40 µg/ m^3
	Soglia di Allarme	Numero di superamenti Media oraria (3 ore consecutive)	400 µg/ m^3
Monossido di carbonio (CO)	Valore limite	Massima Media Mobile su 8 ore	10 mg/ m^3
Ozono (O_3)	Soglia di Informazione	Numero di Superamenti del valore orario	180 µg/ m^3
	Soglia di Allarme	Numero di Superamenti del valore orario (3 ore consecutive)	240 µg/ m^3
	Valore obiettivo per la protezione della salute umana (da valutare per la prima volta nel 2013)	Numero di superamenti della media mobile di 8 ore massima giornaliera (max 25 gg/anno come media degli ultimi 3 anni)	120µg/ m^3
Biossido di Zolfo (SO_2)	Valore limite orario	Numero di superamenti Media oraria (max 24 volte in un anno)	350 µg/ m^3
	Valore limite giornaliero	Numero di superamenti Media giornaliera (max 3 volte in un anno)	125 µg/ m^3
	Soglia di Allarme	Numero di superamenti Media oraria (3 ore consecutive)	500 µg/ m^3
Particolato Atmosferico (PM10)	Valore limite giornaliero	Numero di superamenti Media giornaliera (max 35 volte in un anno)	50 µg/ m^3
	Valore limite annuale	Media annua	40 µg/ m^3
Benzene (C_6H_6)	Valore limite annuale	Media annua	5 µg/ m^3
IPA - come Benzo(a)pirene	Valore obiettivo	Media annua	1 ng/ m^3
Metalli pesanti	-	-	-
Arsenico	Valore obiettivo	Media annua	6 ng/ m^3
Cadmio	Valore obiettivo	Media annua	5 ng/ m^3
Nichel	Valore obiettivo	Media annua	20 ng/m3

Tabella 1.1.1 - Valori limite di riferimento per l'sposizione D. Lgs. 155/2010.

1.1.2 Riferimenti normativi modellistica

L'applicazione di opportuni modelli diffusionali è stata eseguita in conformità con le norme vigenti, in particolare:

1. **UNI 10964:2001**: Studi di impatto ambientale - Guida alla selezione dei modelli matematici per la previsione di impatto sulla qualità dell'aria;
2. **UNI 10796:2000**: Valutazione della dispersione in atmosfera di effluenti aeriformi - Guida ai criteri di selezione dei modelli matematici.

2 ANALISI DELL'IMPATTO ATMOSFERICO

2.1 Approccio metodologico

Al fine di valutare la dispersione degli inquinanti e di quantificare gli impatti derivati dall'attività in esame sul comparto atmosferico, lo studio sviluppa i seguenti punti:

1. **Dati territoriali**: l'area di calcolo è stata individuata in riferimento alla localizzazione del sito, dei potenziali recettori sensibili (abitazioni residenziali, scuole, etc.) e della conformazione orografica-morfologica del territorio. Come dominio di calcolo è stata scelta un'area quadrata di 64 km di lato centrata in prossimità dell'impatto in oggetto (8 km in direzione W-E e 8 km in direzione N-S);
2. **Dati di progetto per la stima delle emissioni**: acquisizionedelle planimetriecon particolare riferimento all'individuazione della posizione dei camini e delle loro caratteristiche geometriche; elaborazione dei dati del quadro emissivo relativo alle centrali termiche ed alle emissioni di polveri, CO e NOx;
3. **Dati meteorologici**: la stazione meteorologica è stata selezionata sulla base della rappresentatività spaziale rispetto all'area allo studio. I dati meteorologici sono stati elaborati per predisporre una caratterizzazione meteo-climatica dell'arearelativa all'anno solare 2022.Inoltre, i dati sono stati acquisiti tramite il codice numerico Calmet e sono stati presi in esame i parametri più rilevanti: classe di stabilità atmosferica, altezza dello strato di mescolamento, l'intensità di precipitazione, il flusso di calore e altri parametri per ogni cella del dominio di calcolo;
4. **Modello previsionale**: per l'acquisizione del codice numerico di dispersione e per la valutazione delle concentrazioni degli inquinanti è stato utilizzato il Calpuff Model System 1;
5. **Risultati e conclusioni**: i risultati delle simulazioni sono stati confrontati con i valori limite delle emissioni in atmosfera e le mappe di isoconcenterazioni degli inquinanti sono state rappresentate in cartografia (CTR"Carta Tecnica Regionale" della Regione Lombardia).

2.2 Modello previsionale

Il sistema di modelli **Calpuff Model System1** è inserito dall'U.S. EPA in AppendixW di "Guideline on Air Quality Models", tra i modelli definiti "alternative models" è stato sviluppato da Sigma Research Corporation, ora fa parte di Earth Tech, Inc, con il contributo di California Air Resources Board (CARB).

Questo sistema di modelli è composto da tre componenti:

- Il preprocessore meteorologico **Calmet** utile per la ricostruzione del campo tridimensionale di vento e temperatura all'interno del dominio di calcolo;
- Il processore **Calpuff**è ilmodello di dispersioneche 'inserisce' le emissioni all'interno del campo di vento generato da Calmet e ne studia il trasporto e la dispersione;
- Il postprocessore**Calpost** ha lo scopo di processare i dati di output di Calpuff, in modo da renderli nel formato più adatto per l'elaborazione dei dati.

2.2.1 Calmet

Il processore meteorologico Calmet(tipo diagnostico) permette di riprodurre campi tridimensionali di vento e temperatura; e campi bidimensionali di parametri descrittivi della turbolenza. È adatto a simulare il campo di vento su domini caratterizzati da orografia complessa.

Il campo di vento viene ricostruito attraverso stadi successivi, prende in esame gli effetti orografici attraverso due fattori:

- Interpolazione dei dati misurati alle centraline metereologiche di monitoraggio;
- L'applicazione di specifici algoritmi in grado di simulare l'interazione tra il suolo e le linee di flusso.

Infine, il Calmet è dotato di un modello micrometeorologico per la determinazione della struttura termica e meccanica (turbolenza) degli strati inferiori dell'atmosfera.

2.2.2 Calpuff

Il Calpuffè un modello di dispersione 'a puff' multi-strato non stazionario ed è in grado di prendere in esame i seguenti aspettii: il trasporto, l'accumulo, la diffusione/dispersione la dispersione, la trasformazione e la deposizione degli inquinantiin condizioni meteorologiche variabili spazialmente e temporalmente.

Per ottenere questi dati i parametri rilevanti sono:

- L'altezza dello strato di rimescolamento (m) permette di misurarela turbolenza (di origine termica per il riscaldamento della superficiee di origine meccanica per effetto del vento) nello strato di atmosfera più vicino al suolo, esprimendo l'intensità dei meccanismi di dispersione verticale;
- La percentuale di condizioni atmosferiche stabili (%) esprime con quale frequenza lo strato superficiale risulta stabile e di conseguenza meno favorevole alla dispersione degli inquinanti;
- La velocità del vento (m/s) è determinante per la dispersionee la direzione del vento (gradi) è fondamentale per valutare il trasporto degli inquinanti.

I dati meteo di input al modello possono essere importati tramite il Calmet (per l'orografia complessa) oppure in caso di simulazioni più semplificate si possono assumere campi di vento omogenei associati al dominio di calcolo.

All'interno del Calpuff sono presenti diversi algoritmi che consentono di tenere conto di diversi fattori: l'effetto scia dovuto agli edifici circostanti (building downwash) o allo stesso camino di emissione (stack-tipdownwash), shear verticale del vento, deposizione secca ed umida, trasporto su superfici d'acqua e presenza di zone costiere, presenza di orografia complessa, ect.

Infine, si possono importare diverse tipologie di sorgenti emissive, in base alle caratteristiche del progetto, con differenti forme geometriche (puntiformi, lineari, areali, volumetriche).

2.2.3 Calpost

Il Calpost permette di elaborare i dati di output del Calpuff e restituisce i risultati in tabelle riassuntive con i parametri di interesse per progetto in esame. Inoltre, si ottengono matrici che riportano i valori di ricaduta calcolati per ogni nodo della griglia definita, relativi alle emissioni di singole sorgenti e per l'insieme di esse. Tali risultati possono essere elaborati attraverso un qualsiasi software di visualizzazione grafica dei risultati delle simulazioni (come QGIS) per la creazione delle mappe di concentrazione degli inquinanti.

2.3 Inquadramento territoriale

2.3.1 Orografia

Per l'orografia i dati sono stati estratti dal dataset USGS GLCC Database[1] (~1000 m, 30 arc-sec) interpolati fino a 250m con programmi di geostatistica (preprocessore Terrel di Calpuff). Nella Figura 2.2è rappresentata la vista dell'orografia complessa del dominio di calcolo oggetto della simulazione.

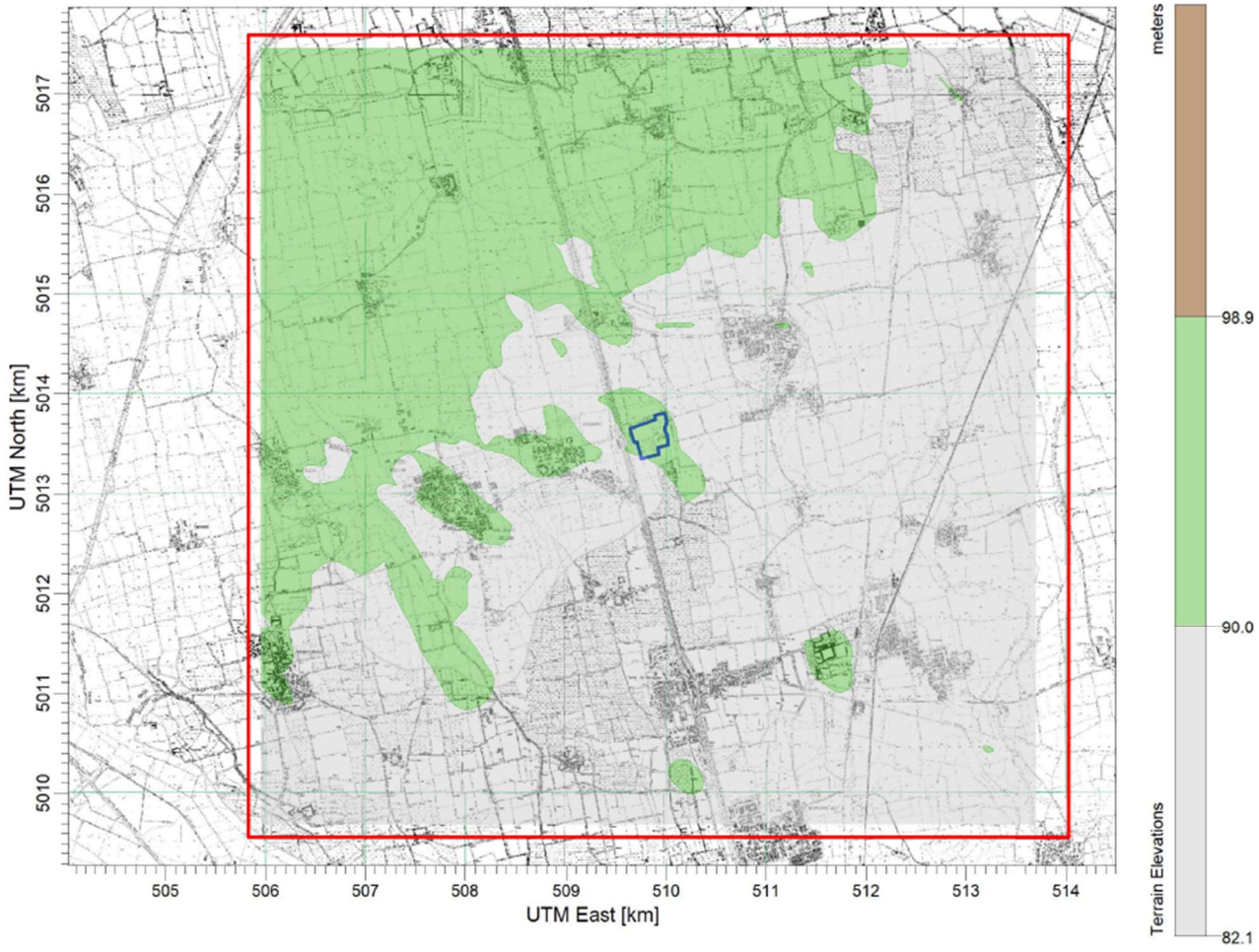

Figura 2.1- Rappresentazione dell'orografia del territorio. Il sito è evidenziato in rosso.

2.4 Meteorologia

I dati meteorologici, riferiti al centro del dominio di calcolo, sono stati forniti da ARPA Lombardia, che ne detiene proprietà e diritti. Si tratta di dati orari relativi ai seguenti parametri:

- Temperatura [°C]

[1]http://www.usgs.gov/)

- Umidità relativa [%]
- Velocità del vento [m/s]
- Direzione del vento [°]

Per questo studio la stazione meteo di riferimento è Bereguardo Fornasetta. I dati mancanti di copertura nuvolosa e pressione sono stati integrati con l'archivio meteorologico e forniti dal modello WRF gestito dal Consorzio LaMMA(ufficio meteorologico della Regione Toscana).

Si riporta di seguito una breve statistica dei dati di temperatura e di velocità del vento (intensità e direzione).

Per la temperatura si riporta in Figura 2.3 i dati orari di intensità riferiti all'intero anno 2022 (totale di 8760 ore). Come prevedibile, oltre alle oscillazioni diurne, si può osservare l'andamento stagionale che presenta i valori minimi in inverno nei mesi gennaio e febbraio (anche nel tardo autunno) ed i massimi nei mesi di giugno e luglio. Il valore minimo assoluto risulta -5°C e il massimo assoluto +36,60°C. La temperatura media su base annuale è di + 14,47 °C.

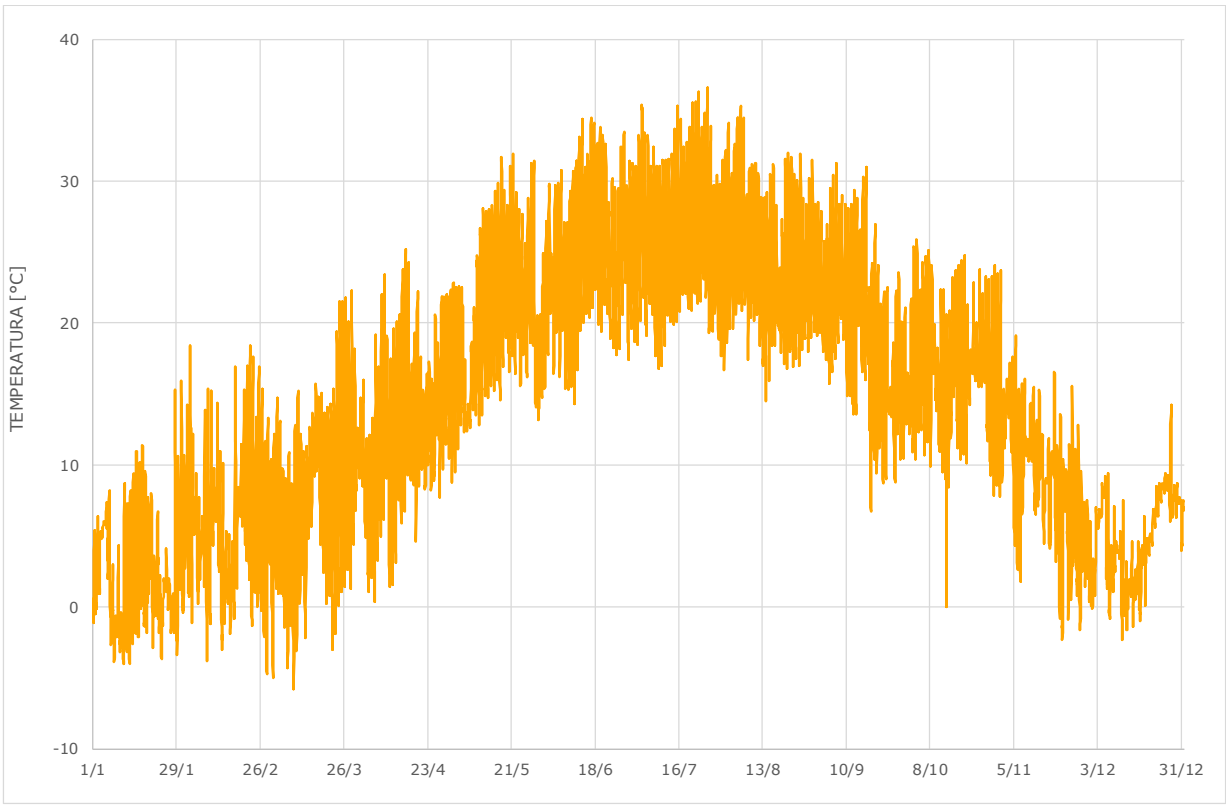

Figura 2.2- Temperatura anno 2022.

Per **l'umidità relativa** i dati orari di intensità sono riportati nella Figura 2.4riferiti all'intero dell'anno 2022. Come si può notare dal grafico il massimo assoluto è 100% e la media annuale è del 76,90%.

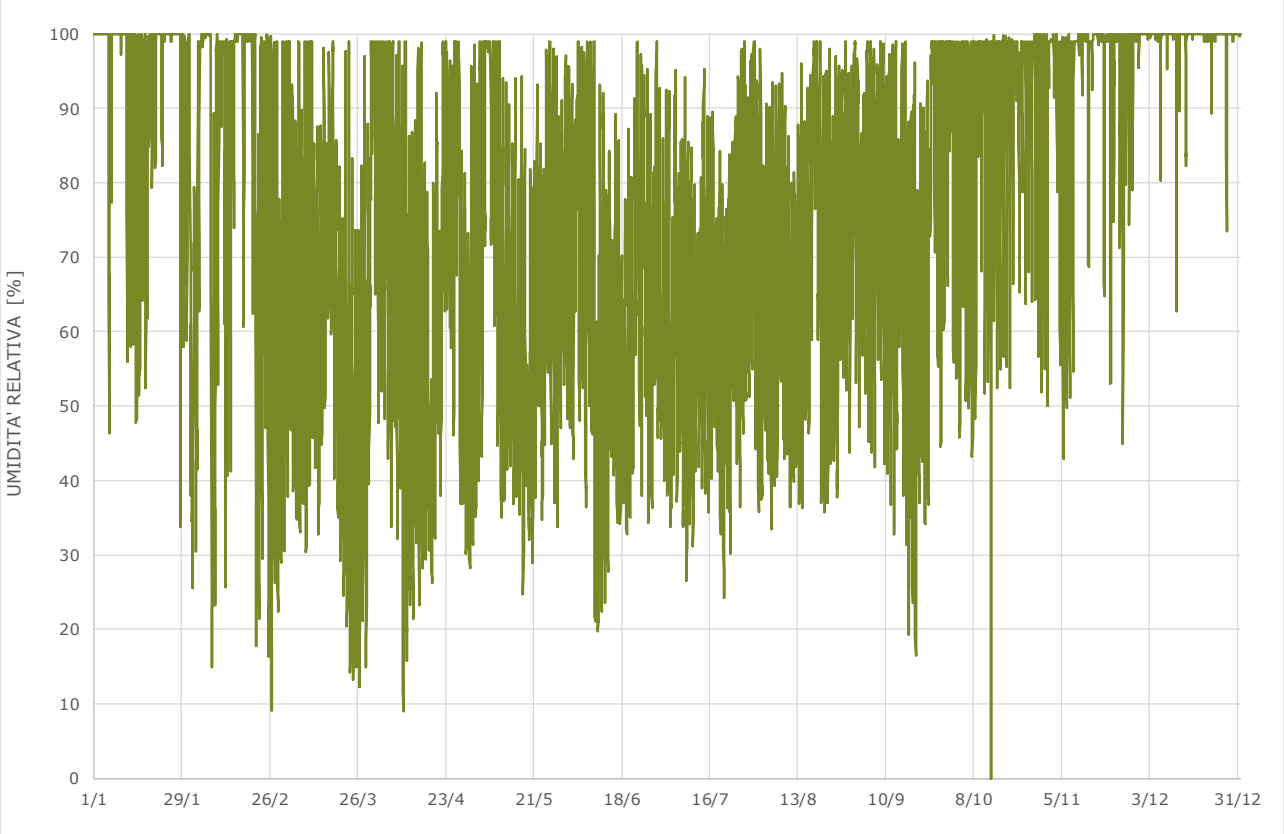

Figura 2.3- Umidità relativa anno 2022.

Per quanto riguarda **la velocità di vento**, la Figura 2.5 mostra i dati orari di intensità riferiti all'interno anno 2022.Il valore medio annuale è di 1,0 m/s e il massimo è pari a 6,30 m/s.

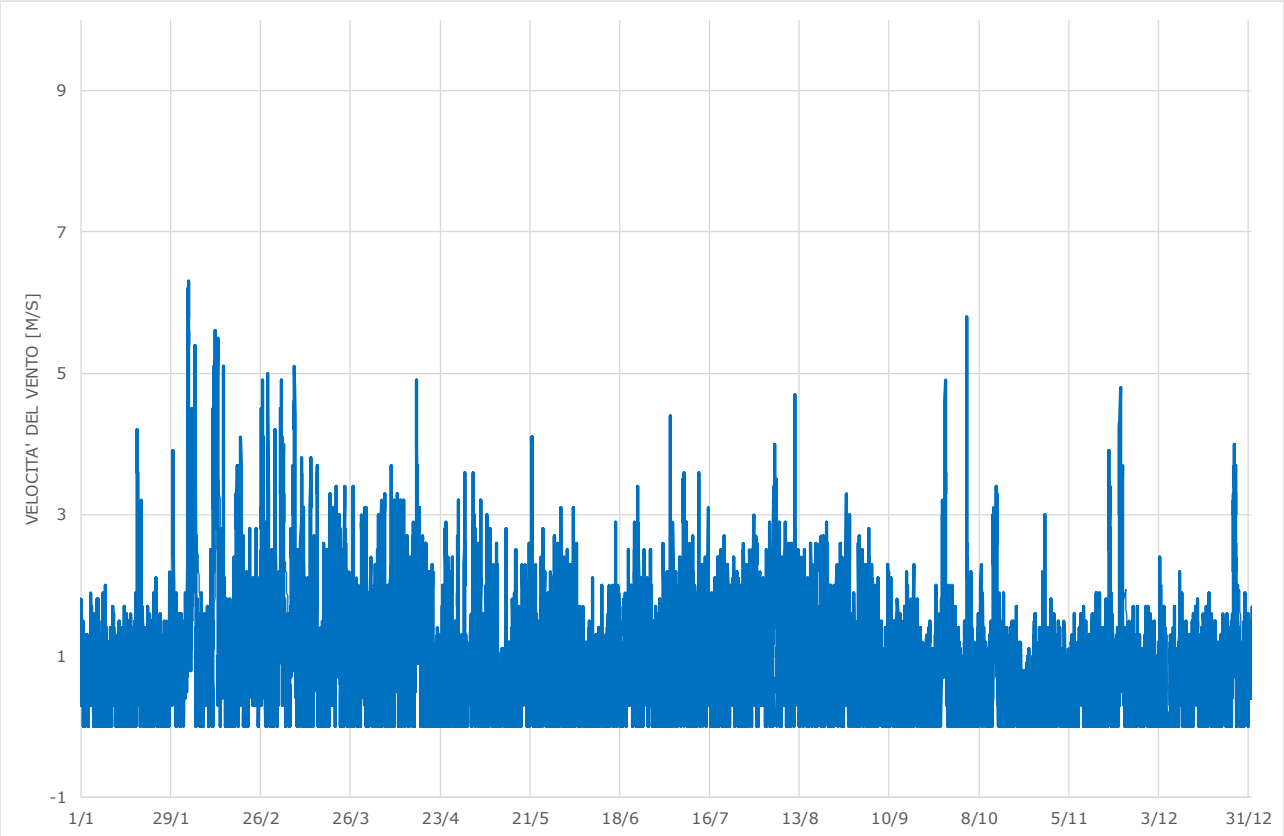

Figura 2.4- Velocità del vento anno 2022.

Dall'analisi combinata dei dati di modulo e direzione del vento si sono ottenute le frequenze rappresentate sulla **rosa dei venti** in Figura 2.6. Il diagramma mostra che le direzioni più frequenti sono nell'ordine: E, N e NW

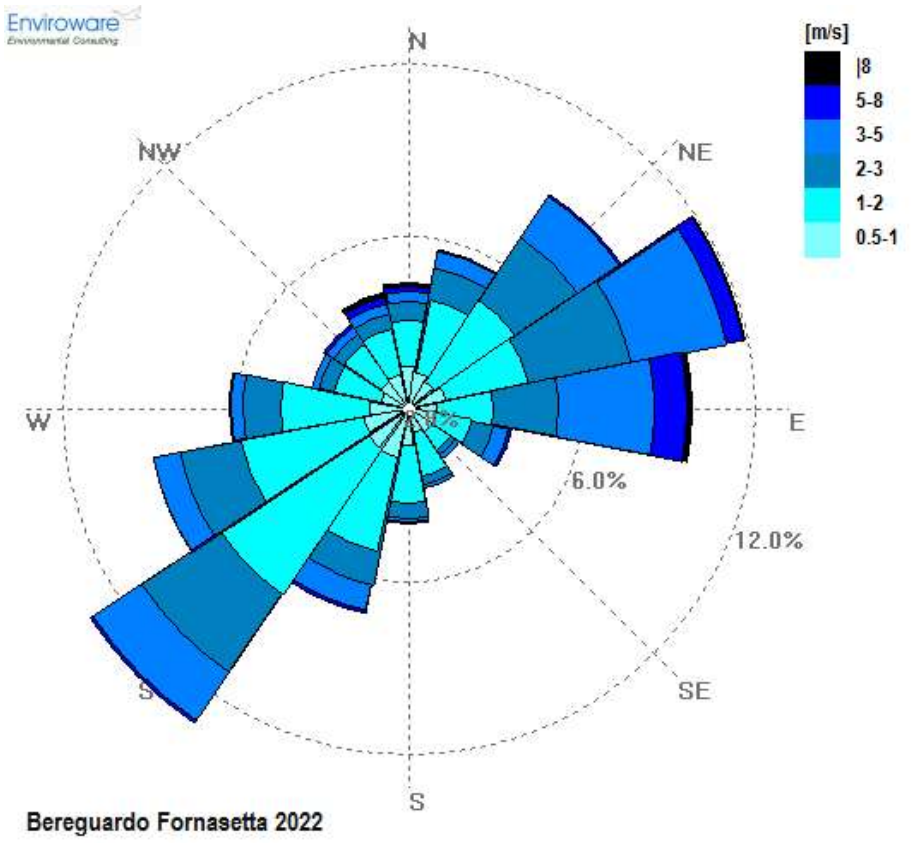

Figura 2.5 - Analisi statistica della velocità del vento (Rosa dei venti - anno 2022).

2.4.1 Qualità dell'aria

I dati della qualità dell'aria sono stati forniti dalla ARPA Lombardia, che ne detiene proprietà e diritti. In relazione alla localizzazione del sito in esame è stata selezionata la stazione classificata come **urbane fondo**per tutti i parametri oggetto di studio.

La stazione di riferimento è **Pavia – via Folperti** per l'anno 2023. Nella Tabella 2.1 sono riepilogati i valori della stazione presa in esamee i valori limite normativi.

Si può notare che i valori degli inquinanti rispettano i limiti normativi nel periodo medio annuale, orario, giornaliero e sulle otto ore.

Inquinante	Periodo	Dati QA Pavia – via Folperti	Limite D. Lgs 155/2010
NO2 [μg/m^3]	Valore medio annuale	23	40
	Numero di superamenti del valore di 200 come media oraria	0	18
PM10 [μg/m^3]	Valore medio annuale	27	40
	Numero di superamenti del valore di 200 come media giornaliera	22	35
SO2 [μg/m^3]	Numero di superamenti del valore di 125 come media giornaliera	2	3
	Numero di superamenti del valore di 350 come media oraria	0	24
CO [mg/m^3]	Valore su media mobile su 8 ore	2.7 [2]	10

Tabella 2.1- Descrizione dello stato della qualità dell'aria della stazione di Pavia – via Folperti.

[2] Valore desunto dalla stazione di Pavia – Piazza Minerva classificata Urbana Traffico

2.4.2 Recettori

Per avere un quadro completo della simulazione si devono considerare i recettori sensibili rappresentati nella Tabella 2.2.

Sigla	Descrizione	X [m][3]	Y [m][4]	Z [mslm][5]
R01	Scuola primaria "Romana Orlandi" a O – via Giovanni Pascoli, 9 – Vellezzo Bellini (PV)	508681	5013230	89,4
R02	Edificio residenziale a O – via Fratelli Cairoli, 2– Vellezzo Bellini (PV)	509363	5013436	89,9
R03	Edificio industriale a SO – via Giacomo Matteotti, 37– Vellezzo Bellini (PV)	509497	5013192	89,4
R04	Edificio residenziale a SE – via Palmino Togliatti, 14 – Villanova De' Beretti (PV)	510876	5012076	88,8
R05	Edificio residenziale a SE – Strada Provinciale 27, 24 – Carpignago (PV)	511319	5012913	88,4
R06	Edificio residenziale a E– via Lanzoni, s.n.c. – Giussago (PV)	510709	5013878	88,3
R07	Scuola secondaria di primo grado a NE – via Papa Giovanni XXIII, 21 – Giussago (PV)	510829	5014241	89,2
R08	Edificio residenziale a NE – via Milano, 28– Giussago (PV)	509461	5014699	90,7
R09	Edificio residenziale a NE – viale Resistenza, 1 – Giussago (PV)	510586	5014612	90,0
R10	Area protetta (Garzaia della Carola) a SE	507983	5016107	92,8
R11	Area protetta (Garzaia di Cascina Villarasca) a N	512790	5009832	82,8

Tabella 2.2- Georeferenziazione dei recettori sensibili.

I recettori sensibili sono stati selezioni all'interno del dominio di calcolo e possono essere definiti come scuole (asili, infanzia, primarie, secondarie, università), ospedali, residenze per anziani e aree protette (Rete Natura 2000/SIC) come è rappresentato nella Figura 2.7.

[3] Ascissa nel SR WGS84 F32
[4] Ordinata nel SR WGS84 F32
[5] Altitudine del suolo sul livello medio del mare

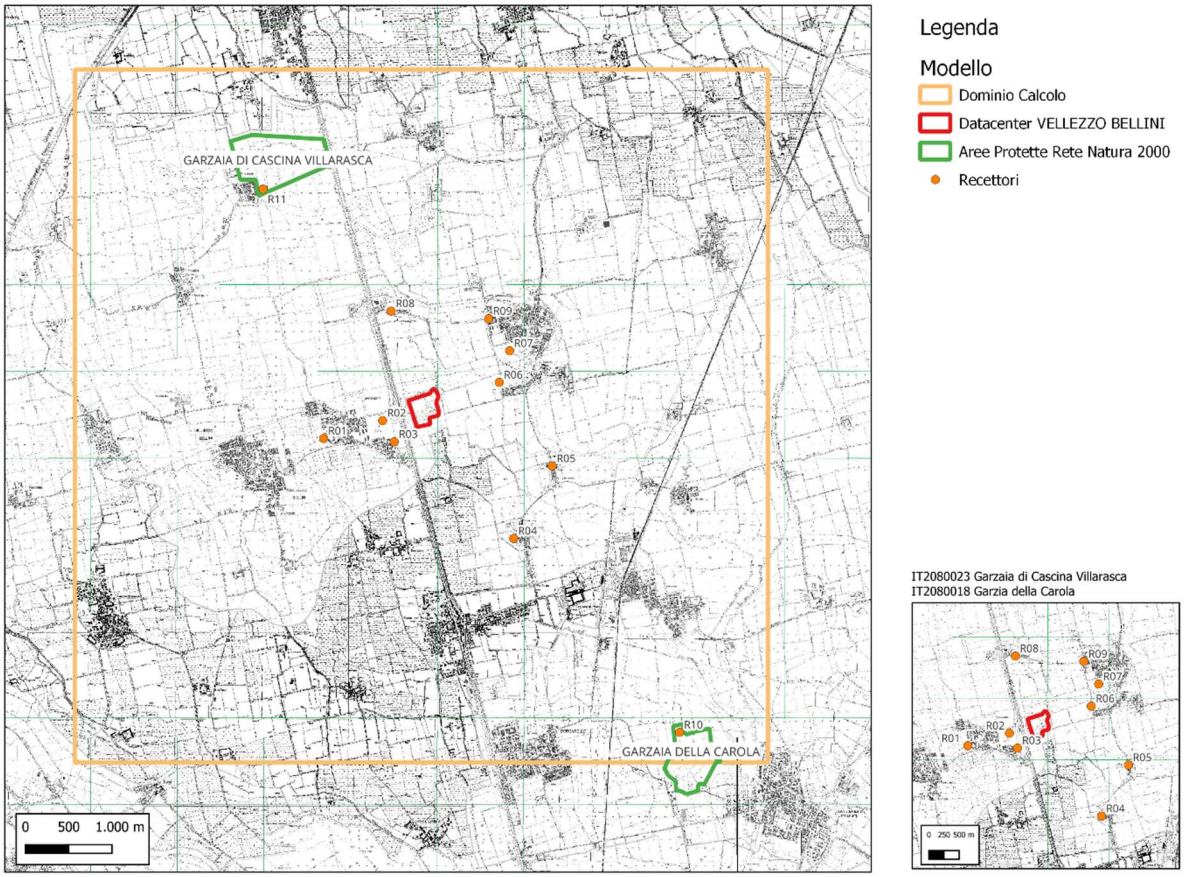

Figura 2.6 - Individuazione dell'area di studio (area evidenziata in rosso) e dei recettori (punti arancione) su estratto della CTR.

2.4.3 Sorgenti

Per le sorgenti di emissione si considerano come rappresentativi i generatori diesel di emergenza del Data Center, rappresentati nella Figura 2.8 e le cui caratteristiche tecniche sono sintetizzate nella Tabella 2.3. Le sorgenti di emissioni prese in esame sono state inserite nel modello di dispersione come sorgenti puntiformi (camini) e i parametri di immissione sono stati identificati con la dicitura Subgroup (13b) point source.

KOHLER®

KD2800-F
50Hz Diesel Generator Set
FUEL OPTIMIZED

ENGINEINFORMATION

Model:	KD62V12A	Bore:	175 mm
Type:	4-Cycle, 12-V Cylinder	Stroke:	215 mm
Aspiration:	Turbocharged, Intercooled	Displacement:	62.06 l
Compression ratio:	16 : 1		
Emission Control Device:	Direct Diesel Injection, Engine Control Module, Turbocharger, Charge Air Cooler		

EXHAUST EMISSION DATA		ISO 8178 Test Cycles TypeD2
NO_x	(Oxides of Nitrogen as NO2)	12.19 g/kWh
CO	(Carbon Monoxide)	0.37 g/kWh
HC		0.45 g/kWh
PM	(Particulate Matter)	0.01 g/kWh

NOMINAL EMISSIONS DATA

Cycle point	110%	100%	75%	50%
Engine Power [kW]	2406	2187	1640	1094
Speed [rpm]	1500	1500	1500	1500
Exhaust Gas Flow [kg/h]	12192	10983	8478	6005
Exhaust Gas Temperature [°C]	483	478	496	507
O2 [%]	9.1	9.1	9.2	9.4
NOx [g/kWh]	11.73	13.41	12.34	11.32
CO [g/kWh]	0.20	0.18	0.23	0.51
HC [g/kWh]	0.22	0.28	0.32	0.45
PM [g/kWh]	0.003	0.002	0.007	0.007
CO2 [g/kWh]	616	607	620	652
	@5%O2	@5%O2	@5%O2	@5%O2
NOx [mg/Nm3]	4013	4655	4199	3664
CO [mg/Nm3]	116	103	130	275
HC [mg/Nm3]	78	99	110	148
PM [mg/Nm3]	1	1	3	8

Tabella 2.3- Sorgente puntiforme di emissione (caratteristiche tecniche fornite dal produttore).

Si sono considerati i dati per il 100% del carico, seconda colonna dell'estratto della scheda tecnica.

ID	Height	Diam	Exit_Vel	Exit_Temp	CO	PM10	NOX	X1	Y1
	[m]	[m]	[m/s]	[K]	[g/s]	[g/s]	[g/s]	[m]	[m]
SRC_1	13	0.45	35.14	751.15	0.21528	0.00209	9.72945	509699.29	5013612.71
SRC_2	13	0.45	35.14	751.15	0.21528	0.00209	9.72945	509702.78	5013602.69
SRC_3	13	0.45	35.14	751.15	0.21528	0.00209	9.72945	509706.27	5013592.49
SRC_4	13	0.45	35.14	751.15	0.21528	0.00209	9.72945	509709.75	5013582.29

ID	Height	Diam	Exit_Vel	Exit_Temp	CO	PM10	NOX	X1	Y1
	[m]	[m]	[m/s]	[K]	[g/s]	[g/s]	[g/s]	[m]	[m]
SRC_5	13	0.45	35.14	751.15	0.21528	0.00209	9.72945	509713.24	5013572.27
SRC_6	13	0.45	35.14	751.15	0.21528	0.00209	9.72945	509716.72	5013562.24
SRC_7	13	0.45	35.14	751.15	0.21528	0.00209	9.72945	509787.64	5013599.01
SRC_8	13	0.45	35.14	751.15	0.21528	0.00209	9.72945	509784.32	5013609.21
SRC_9	13	0.45	35.14	751.15	0.21528	0.00209	9.72945	509781.19	5013619.41
SRC_10	13	0.45	35.14	751.15	0.21528	0.00209	9.72945	509777.35	5013629.26
SRC_11	13	0.45	35.14	751.15	0.21528	0.00209	9.72945	509773.69	5013639.81
SRC_12	13	0.45	35.14	751.15	0.21528	0.00209	9.72945	509770.55	5013649.49
SRC_13	13	0.45	35.14	751.15	0.21528	0.00209	9.72945	509803.29	5013689.49
SRC_14	13	0.45	35.14	751.15	0.21528	0.00209	9.72945	509813.87	5013692.96
SRC_15	13	0.45	35.14	751.15	0.21528	0.00209	9.72945	509823.75	5013696.61
SRC_16	13	0.45	35.14	751.15	0.21528	0.00209	9.72945	509833.64	5013700.60
SRC_17	13	0.45	35.14	751.15	0.21528	0.00209	9.72945	509843.87	5013704.25
SRC_18	13	0.45	35.14	751.15	0.21528	0.00209	9.72945	509853.93	5013707.55
SRC_19	13	0.45	35.14	751.15	0.21528	0.00209	9.72945	509873.70	5013715.19
SRC_20	13	0.45	35.14	751.15	0.21528	0.00209	9.72945	509884.27	5013718.67
SRC_21	13	0.45	35.14	751.15	0.21528	0.00209	9.72945	509894.16	5013722.31
SRC_22	13	0.45	35.14	751.15	0.21528	0.00209	9.72945	509904.04	5013726.31
SRC_23	13	0.45	35.14	751.15	0.21528	0.00209	9.72945	509914.28	5013729.96
SRC_24	13	0.45	35.14	751.15	0.21528	0.00209	9.72945	509924.34	5013733.26
SRC_25	13	0.45	35.14	751.15	0.21528	0.00209	9.72945	509839.49	5013620.02
SRC_26	13	0.45	35.14	751.15	0.21528	0.00209	9.72945	509850.07	5013623.50
SRC_27	13	0.45	35.14	751.15	0.21528	0.00209	9.72945	509859.95	5013627.14
SRC_28	13	0.45	35.14	751.15	0.21528	0.00209	9.72945	509869.84	5013631.14
SRC_29	13	0.45	35.14	751.15	0.21528	0.00209	9.72945	509880.07	5013634.78
SRC_30	13	0.45	35.14	751.15	0.21528	0.00209	9.72945	509890.13	5013638.09
SRC_31	13	0.45	35.14	751.15	0.21528	0.00209	9.72945	509910.25	5013644.52
SRC_32	13	0.45	35.14	751.15	0.21528	0.00209	9.72945	509920.82	5013647.99
SRC_33	13	0.45	35.14	751.15	0.21528	0.00209	9.72945	509930.71	5013651.64
SRC_34	13	0.45	35.14	751.15	0.21528	0.00209	9.72945	509940.59	5013655.63
SRC_35	13	0.45	35.14	751.15	0.21528	0.00209	9.72945	509950.83	5013659.28
SRC_36	13	0.45	35.14	751.15	0.21528	0.00209	9.72945	509960.88	5013662.58
SRC_37	13	0.45	35.14	751.15	0.21528	0.00209	9.72945	509854.13	5013576.81
SRC_38	13	0.45	35.14	751.15	0.21528	0.00209	9.72945	509864.71	5013580.28
SRC_39	13	0.45	35.14	751.15	0.21528	0.00209	9.72945	509874.60	5013583.93
SRC_40	13	0.45	35.14	751.15	0.21528	0.00209	9.72945	509884.48	5013587.92
SRC_41	13	0.45	35.14	751.15	0.21528	0.00209	9.72945	509894.71	5013591.57
SRC_42	13	0.45	35.14	751.15	0.21528	0.00209	9.72945	509904.77	5013594.87
SRC_43	13	0.45	35.14	751.15	0.21528	0.00209	9.72945	509891.03	5013506.13
SRC_44	13	0.45	35.14	751.15	0.21528	0.00209	9.72945	509901.61	5013509.61
SRC_45	13	0.45	35.14	751.15	0.21528	0.00209	9.72945	509911.49	5013513.25
SRC_46	13	0.45	35.14	751.15	0.21528	0.00209	9.72945	509921.38	5013517.25
SRC_47	13	0.45	35.14	751.15	0.21528	0.00209	9.72945	509931.61	5013520.89
SRC_48	13	0.45	35.14	751.15	0.21528	0.00209	9.72945	509941.67	5013524.19

Tabella 2.4- Sorgenti puntuali inserite in CALPUFF.

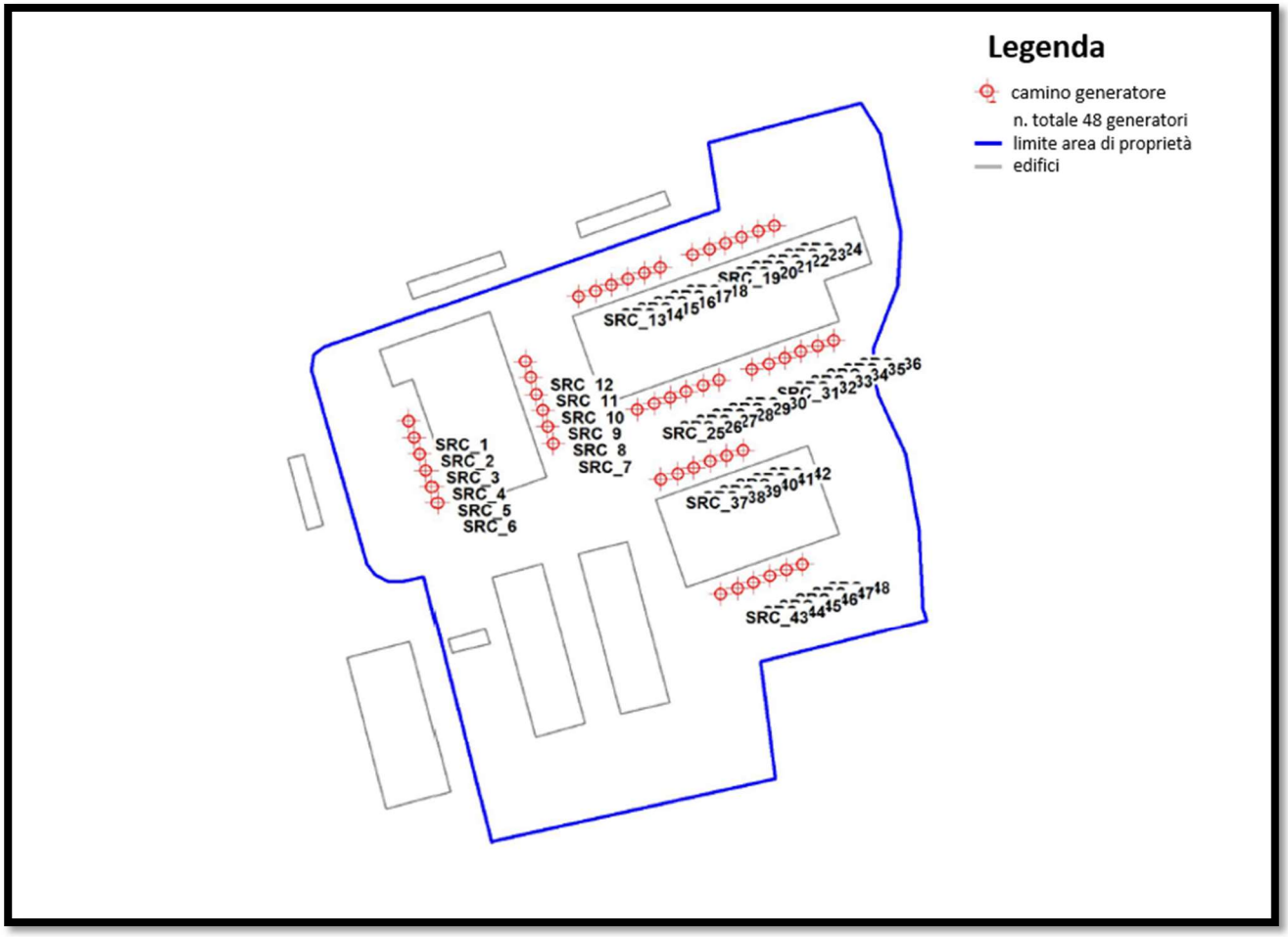

Figura 2.7 - Dettaglio delle sorgenti emissive (area evidenziata in rosso e sorgenti evidenziate in giallo) su estratto della carta CTR.

2.4.4 *Influenza degli edifici (Building Downwash)*

Nella definizione delle emissioni da sorgenti puntiformi è possibile considerare l'effetto Building Downwash o "effetto scia" generato dalla presenza di edifici vicini alla sorgente di emissione. In presenza di un edificio, infatti, si genera sottovento ad esso un'area turbolenta caratterizzata da forti rimescolamenti. Le caratteristiche di quest'area variano con la direzione e l'intensità del vento e in relazione alla posizione dell'edificio: se quest'ultimo è troppo vicino al camino emissivo e/o il camino non è sufficientemente alto, ciò può influire sui valori di concentrazione al suolo degli inquinanti. Un criterio per verificare se la presenza degli edifici sia in grado di influenzare la forma del pennacchio è descritto nelle linee guida fornite dall'EPA del documento "Guideline for Determination of Good Engineering Practice StackHeight". Per il calcolo di queste matrici il software sfrutta il modello BPIP di US EPA che implementa i concetti contenuti nel documento "Guideline for Determination of Good Engineering Practice StackHeight".Il modello richiede la

preparazione di un file di input contenente le coordinate geografiche dei vertici in pianta degli edifici e le relative altezze.Gli edifici presi in considerazione nel presente studio per la valutazione dell'effetto Building Downwash sono individuati nella figura sottostante, le caratteristiche dimensionali sono invece descritte nella tabella successiva (le coordinate dei vertici sono indicate a partire da nord-est in ordine orario).

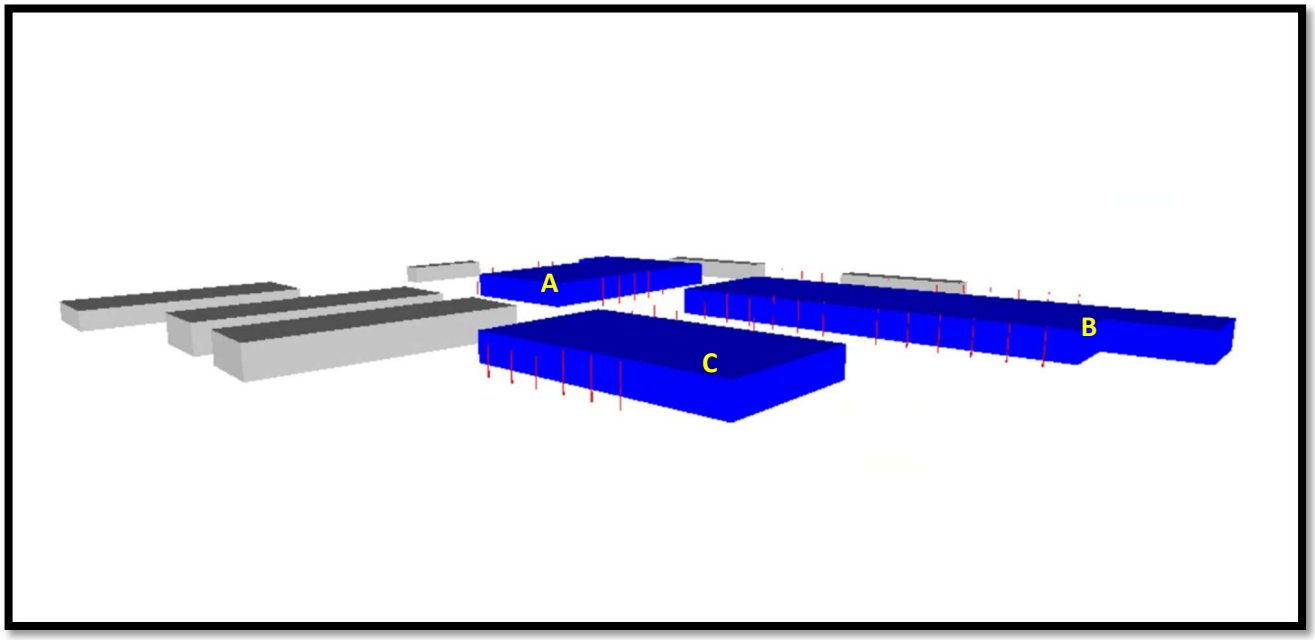

Figura 2.8 - Ubicazione degli edifici esistenti e in progetto considerati per la valutazione del Building Downwash

Descrizione	Altezza del punto piu alto; (valore della gronda) (m)	Vertice 1 Coordinate X, Y (m)	Vertice 2 Coordinate X, Y (m)	Vertice 3 Coordinate X, Y (m)	Vertice 4 Coordinate X, Y (m)	Vertice 5 Coordinate X, Y (m)	Vertice 6 Coordinate X, Y (m)
Edificio A	12 (10.88)	509681.54	509689.43	509701.58	509729.83	509783.59	509748.36
		5013656.41	5013633.93	5013638.49	5013559.21	5013578.05	5013680.1
Edificio B	12 (10.88)	509799.48	509818.88	509964.13	509955.15	509984.25	5013709.78
		5013677.28	5013623.21	5013674.37	5013699.59	509974.31	5013738.87
Edificio C	12 (10.88)	509851.13	509870.04	509964.13	509944.73		
		5013564.29	5013510.21	5013542.95	5013597.51		

Tabella 2.5 - Caratteristiche degli edifici esistenti e in progetto considerati per la valutazione del Building Downwash

2.5 Configurazione del codice di dispersione

L'applicazione del codice di calcolo CALPUFF MODEL SYSTEM è stata sviluppata secondo quanto riportato di seguito nella tabella e predisponendo i necessari dati di ingresso per le simulazioni del periodo solare dell'anno 2022. Nella seguente tabella sono descritti i parametri utilizzati per le simulazioni con i codici meteorologico CALMET, di dispersione degli inquinanti CALPUFF e di post processamento dei dati CALPOST.

Input	
Periodo	anno solare 2022
Dominio di calcolo meteorologico	griglia di calcolo di 32 celle per 32 celle di passo 250 metri per una estensione del dominio di 8 km in direzione N-S e 8 km in direzione E-W.
Dominio di calcolo per la dispersione	griglia di calcolo di 32 celle per 32 celle di passo 125 metri per una estensione del dominio di 8 km in direzione N-S e 8 km in direzione E-W.
Emissioni Gas e Polveri	Le emissioni sono state inserite come sorgenti puntuali (camini) secondo quanto descritto nel capitolo precedente e per i parametri richiesti nel punto Subgroup (13b) POINT SOURCE di CALPUFF.
Meteorologia	Il file SURFACE.DAT: come dati di superficie sono stati inseriti i dati meteo alla quota di 10 ms.l.s. registrati dalla stazione . Il file UPAIR.DAT: i dati in quota sono stati inseriti da profili del modello meteorologico COSMO di ARPA SMR per un punto virtuale prossimo al dominio di calcolo.
Simulazioni	
Meteorologia CALMET	Sono state effettuate simulazioni "short term" per la valutazione del campo di vento e determinazione dei parametri micrometeorologici su scala temporale oraria per il periodo di riferimento (anno 2022: 8760 ore).
Dispersione CALPUFF	Sono state effettuate simulazioni "short term" per la valutazione della dispersione degli inquinanti emessi su scala temporale oraria per il periodo di riferimento (anno 2022: 8760 ore). Le simulazioni sono state effettuate considerando l'effetto edificio. Le emissioni sono state inserite come costanti sull'arco delle 24 ore per simulare tutte le condizioni meteorologiche dell'anno solare di riferimento. Le simulazioni sono state svolte disattivando la deposizione secca ed umida.
Output	
CALPOST	Sono stati elaborati i dati di concentrazioni di tutti gli inquinanti considerati per lo scenario emissivo per CALPUFF su di un set di punti griglia "recettori a griglia" tali da ottenere le mappe di isonconcentrazione sul dominio di indagine. I valori di concentrazione di tutti gli inquinanti sono stati calcolati inoltre nei recettori individuati e confrontati con i limiti di qualità dell'aria. I valori di concentrazione di NO2 sono stati valutati tramite l'approccio modellistico ARM2 di US EPA ed i valori di PM10 sono stati valutati pari a quelli di POLVERI.

Tabella 2.6 - Configurazione CALPUFF MODEL SYSTEM

2.5.1 simulazione scenario emissivo

Le emissioni in atmosfera del Data Center sono esclusivamente riconducibili agli impianti di generazione di energia elettrica di emergenza. Nella Tabella 3.1 si riepilogano i parametri di emissione di un singolo generatore inseriti, come dati di input, nel modello di dispersione.

Parametri	Valori
Temperatura dei fumi	751.15 K
Diametro del camino	0,45 m
Velocità di sbocco	35.14 m/s
Altezza del camino allo sbocco	13 m
Valori degli inquinanti	Vedi i parametri limite sopra citati

Tabella 2.7- Dati di input del modello di dispersione.

Le emissioni in atmosfera dei generatori possono avvenire due situazioni:

- Scenario di testing
- Scenario di emergenza

2.5.1.1 Scenario di testing

Le frequenze delle operazioni di manutenzione (fase di testing) dei singoli generatori sono le seguenti:

- "Verifica funzionamento dei gruppi elettrogeni mediante accensione "a vuoto" per 15' di un gruppo elettrogeno al giorno;
- "Un generatore viene testato al 100% del carico per 15' di funzionamento periodico, indicativamente ogni generatore viene testato una volta ogni 6 mesi;

Lo scenario utilizzato per stimare l'impatto sull'atmosfera è il funzionamento giornaliero di un singolo generatore con una frequenza di sei mesi. In dettaglio, un generatore viene attivato ogni giorno e il giorno successivo verrà attivato un altro generatore finché non saranno accesi tutti.

2.5.1.2 Scenario di emergenza

Lo scenario di emergenza viene utilizzato in caso di blackout, in particolare quando il Data Center non può essere alimentato con la corrente elettrica. In questa fase tutti i generatori vengono attivati contemporanea per soddisfare il fabbisogno energetico. Per lo scenario di emergenza si considera come rappresentativo il blackout italiano del 28 settembre 2003 alle ore 3 del mattino. Il ripristino della corrente è avvenuto in tempi variabili da 6 ore ad un massimo di 16 ore nel sud Italia. In relazione all'evento sopra citato per la simulazione dello scenario di emergenza è stato considerato un tempo massimo di esercizio dei motori pari a 10 ore per il calcolo delle emissioni in atmosfera. Gli inquinanti presi in esami sono biossido di azoto (NO_2), monossido di carbonio (CO)e polveri (PM10), le cui concentrazioni attese sono state confrontate con i valori limite

normativi. In questo studio sono stati considerati i valori annuali medi per i singoli inquinanti sul generatore in funzione perché più significativi rispetto ai valori limite orario, giornaliero oppure sulle otto ore.

2.5.2 *Applicazione del codice CALMET*

Dall'applicazione del codice CALMET si sono estratti tramite il processore PRTMET i dati meteorologi orari in corrispondenza di:

- area dell'impianto
- stazione meteorologica di Bereguardo Fornacetta

Si rappresentano di seguito le rose dei venti dei dati estratti da CALMET.

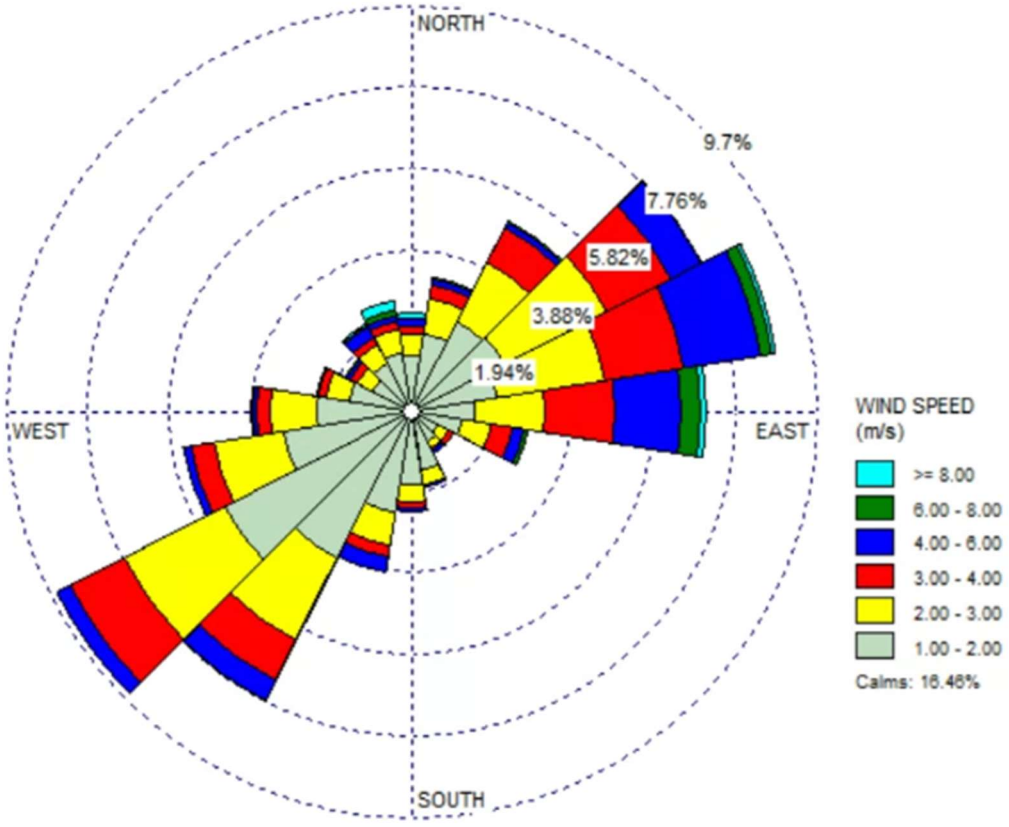

Figura 2.9 – rosa dei venti estratta da CALMET in corrispondenza del DATACENTER cella 16-16.

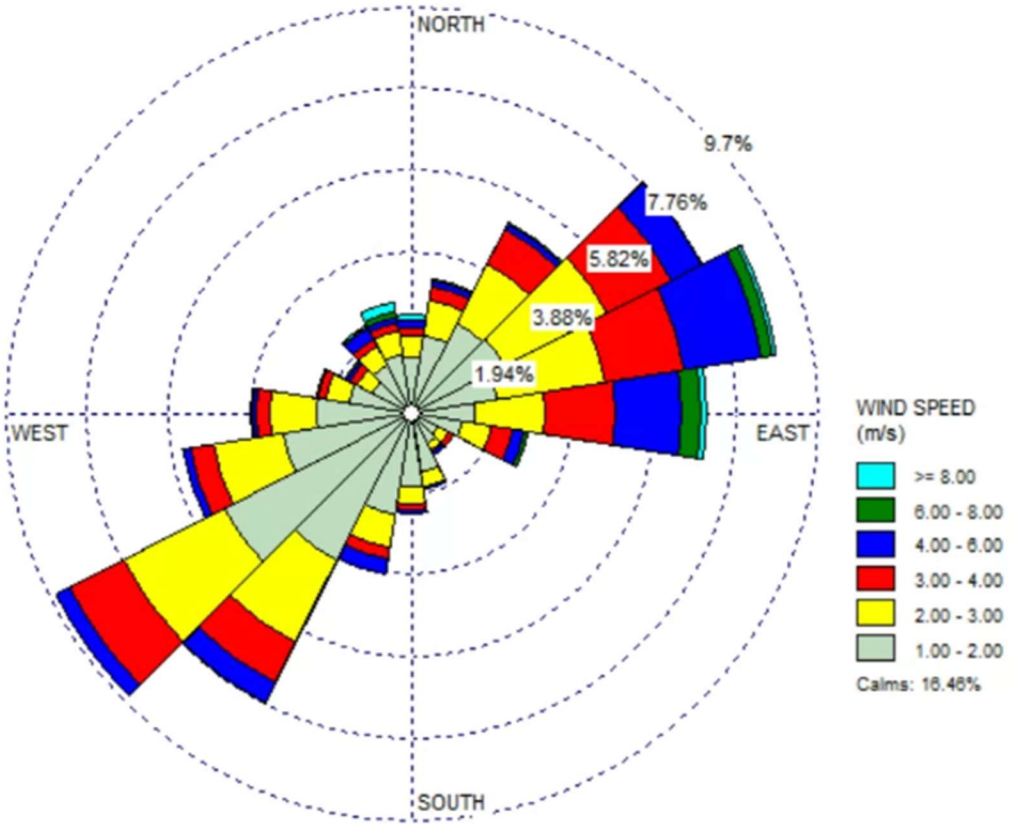

Figura 2.10 – rosa dei venti estratta da CALMET in corrispondenza della stazione meteorologica cella 2-8 .

Come mostrato nelle figure rappresentate all'interno del dominio di calcolo il campo di vento non differisce in modo evidente. Le rose dei venti sono coerenti con quella della stazione meteo utilizzata come input a CALMET.

Nella figura seguente e tabella i parametri micrometeorologici elaborati da calmet ed estratti in corrispondenza del datacenter.

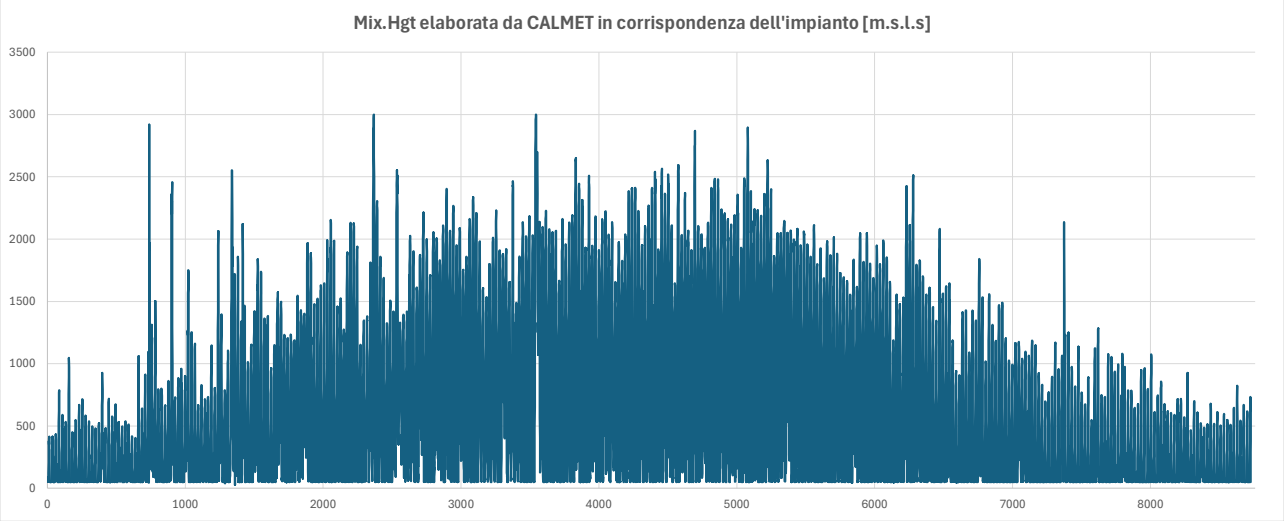

Figura 2.11 – serie temporale dell'altezza di miscelamento calcolata da CALMET nel punto dell'impianto.

Nella seguente tabella le statistiche di occorrenza dei dati di classi di stabilità oraria calcolati da CALMET in corrispondenza del DATACENTER.

Classi di Stabilità	**Occorrenza di accadimento per l'anno simulato 2022 da CALMET**	
A	238	2.7%
B	1966	22.5%
C	1538	17.6%
D	745	8.5%
E	438	5.0%
F+G	3803	43.6%

Tabella 2.8- Occorrenza delle classi di stabilità calcolata da CALMET estratte in corrispondenza dell'impianto.

2.5.3 Applicazione del codice CALPUFF

Al fine di simulare lo scenario di esercizio del datacenter si è sviluppato un approccio specifico per le simulazioni modellistiche:

- si sono simulate le emissioni dei generatori, considerate costanti ed al 100% del carico, per tutte le ore dell'anno solare preso a riferimento così da determinare le ricadute in aria ambiente che considerino le peggiori condizioni meteorologiche.
- Si sono simulati separatamente lo scenario di TEST e quello di EMERGENZA.
- Nello scenario di TEST sono stati attivati alternativamente e successivamente 1 camino per singolo edificio da 1 a 48 di quelli presenti e considerandoli attivi per tutte le ore dell'anno. La serie temporale di media oraria/giornaliera delle ricadute nei recettori è stata realizzata considerando il cumulo tra tutte le simulazioni svolte cosi da utilizzare lo scenario di massimo impatto rispetto alla posizione relativa dei camini.
- Nello scenario di emergenza sono stati attivati tutti i generatori contemporaneamente e simulate le ricadute per tutte le ore dell'anno solare. La serie temporale giornaliera ed oraria è stata valutata per le ore o giorno più gravoso rispetto alla meteorologia considerando le 10 ore di massimo funzionamento.
- I risultati delle simulazioni sono stati valutati come serie temporale oraria e giornaliera per i singoli inquinanti, così come richiesto dalla normativa, e sommati ai valori di qualità dell'aria della stazione di monitoraggio presa a riferimento.
- Si sono elaborate le statistiche per i parametri previsti dalla normativa per la verifica del rispetto dei valori limite considerando lo scenario "cumulato" ovvero:
- Ricadute per l'anno solare determinate dalla somma delle emissioni di test per tutti i generatori installati sommate ad un evento di emergenza sommate ai valori di qualità dell'aria.

In questo modo lo scenario "cumulato" descrive la previsione di impatto e lo scenario post operam della qualità dell'aria nel dominio di calcolo.

2.5.4 ARM2 per il calcolo degli NO2

Al fine stimare l'impatto sulla qualità dell'aria delle emissioni inquinanti derivanti dalle emissioni del datacenter ed in relazione al fatto che il sistema modellistico applicato studia l'impatto degli inquinanti primari, dunque gli ossidi di azoto nel loro complesso, si pone l'attenzione sulla metodologia necessaria a riportare i risultati modellistici calcolati in termini di NOx come concentrazioni in aria di NO2 in modo da poterli confrontare con i valori limite riportati nel DLgs 155/2010 e smi.

La relazione tra NO2 ed NOx è oggetto di numerosi studi ed è stata formalizzata in una procedura che impiega il metodo ARM2 (Ambient Ratio Method Version 2) adottato da US-EPA che permette di sviluppare questo calcolo per applicazioni di modellistica ambientale diffusionale.

Nella metodologia ARM2 la concentrazione di biossido di azoto [NO2] è calcolata, partendo dalle stime di quella di ossidi di azoto [NOX], applicando la seguente relazione:

$[NO_2]$= f(x) ; x = concentrazione di NOx

dove f(x) è una curva di regressione polinomiale.

Questa relazione è determinata utilizzando una base di dati misurati dalle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria, e per le quali si deve provvedere ad elaborare le serie storiche di concentrazioni medie orarie di NOx e NO2 così da calcolare i rapporti tra NO2 e NOx per poi costruire un modello regressivo che interpreti la relazione e che ne permetta l'applicazione ai risultati del modello di dispersione. Si è proceduto, in ogni modo, ad applicare la formulazione sviluppata nella trattazione ARM2 utilizzando la formula sviluppata da ARPAT per l'ambito della Regione Toscana e pubblicata in un articolo scientifico presentato al convegno HARMO[6] riportata di seguito:

NO2/NOx = 6.0635E-15x5 – 5.8028E-12x4 – 5.1576E-9x3 + 9.2741E-6x2 – 4.7886E-3x + 1.2647

Il valore di concentrazione di NO2 è quindi calcolato applicando la formula di cui sopra al valore di NOx stimato dal modello di dispersione CALPUFF per il valore del rapporto NO2/NOx calcolato con la formula precedente. L'applicazione di questa formula alla serie temporale oraria di NOx stimata da CALPUFF in ognuno dei recettori puntuali e lo scenario di simulazione ha permesso di calcolare il valore di concentrazione di NO2 da confrontare con i valori di qualità dell'aria.

L'applicazione della formula sopra esposta è limitata all'intervallo di valori del rapporto NO2/NOx compresi tra 0,5 e 0,9. Per valori di concentrazione di NOx minori di 114 ug/m3 si è applicato il valore del rapporto pari a 0,9 mentre per valori superiori a 284 ug/m3 si è applicato il rapporto pari a 0,5.

[6] ARM2 METHOD TO ESTIMATE NO2AIR CONCENTRATIONS BY USING NOXAIR CONCENTRATIONS OBTAINED BY AIR POLLUTION MODELS: VERIFICATION AND ADAPTATION BY USING AIR QUALITY NETWORK OF TUSCANY DATA; Andrea Lupi,Franco Giovannini and Antongiulio Barbaro; 18th International Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes 9-12 October 2017, Bologna, Italy

3 RISULTATI

In questo capitolo si riportano i risultati della simulazione short-term, estratti ed elaborati tramite il post processore Calpost, per ciascuno degli inquinanti considerati e in termini di concentrazione media annuale, media giornaliera e media oraria. Nel modello di disperisone Calpuff i valori di concentrazione di NO_2 sono stati valutati in funzione di quelli di NO_x applicando il modello ARM2 di US-EPA, i valori di PM10 sono stati considerati pari a quelli delle polveri. Per ciascun parametro si riportano, di seguito, in formato tabellare i risultati relativi ai recettori considerati nonché le mappe di concentrazione sul dominio di calcolo. Si sono acquisiti i dati orari e giornalieri dal sito di ARPA Lombardia per la stazione di Pavia v. Folperti per PM10, NO2 mentre per il CO si sono acquisti i dati dalla stazione di Pavia Piazza Minerva per l'anno 2022 coerente con la simulazione meteorologica. Si è quindi provveduto a sommare ora per ora e giorno per giorno i risultati di CALPUFF ai dati di qualità dell'aria (valori di fondo) e poi elaborare le statiche dei parametri di legge.

3.1 Scenario di test

In questo paragrafo si riportano i risultati delle elaborazioni svolte per le simulazioni dei test da effettuare durante l'anno per i motori. Per il biossido di azoto i valori di qualità dell'aria registrati dalla stazione di Pavia v. Folperti per l'anno 2022 sono rispettivamente:

- Media annuale: 23.5 μg/m^3
- Numero di superamenti del valore di 200 μg/m^3: 0
- Percentile delle medie orarie 99.8°: 86.5 μg/m^3

NO2 Scenario Test	**Valori calcolati CALPUFF** μg/m^3		**Valori** μg/m^3	**Qualità dell'aria POST OPERAM (CALPUFF + QA)**
Recettori	**NO2 media annuale**	**NO2 percentile 99.8° delle medie orarie**	**NO2 media annuale**	**NO2 percentile 99.8° delle medie orarie**
R01	0.44	6.54	23.99	87.02
R02	1.22	9.73	24.76	87.62
R03	1.01	16.04	24.55	88.72
R04	0.13	2.93	23.67	86.50
R05	0.15	4.22	23.69	87.62
R06	0.51	7.56	24.06	87.28
R07	0.77	14.32	24.31	86.96
R08	0.12	3.25	23.66	86.61
R09	0.59	12.22	24.13	86.96
R10	0.03	0.70	23.57	86.50
R11	0.04	0.81	23.58	86.50
Valore limite di QA	*40*	*200*	*40*	*200*

Tabella 3.1 – NO2 – Sintesi dei risultati della simulazione per l'anno tipo di riferimento (scenario emergenza e testing).

Come evidente anche nello scenario di massimo impatto definito dalle applicazioni modellistiche e dai risultati mostrati nella tabella precedente non c'è significativo aggravio dello stato della qualità dell'aria per il parametro NO2.

Per il PM10 i valori di qualità dell'aria registrati dalla stazione di Pavia v. Folperti per l'anno 2022 sono rispettivamente:

- Media annuale: 29.7 μg/m^3
- Numero di superamenti del valore di 50 μg/m^3 : **45**
- Percentile delle medie orarie 90.4°: **53.0** μg/m^3

PM10 Scenario Test	**Valori calcolati CALPUFF** μg/m^3		**Valori** μg/m^3	**Qualità dell'aria POST OPERAM (CALPUFF + QA)**
Recettori	**PM10 media annuale**	**PM10 percentile 90.4° delle medie giorno**	**PM10 media annuale**	**PM10 percentile 90.4° delle medie giorno**
R01	7.79E-06	2.25E-05	29.67	53.00
R02	2.21E-05	6.17E-05	29.67	53.00
R03	1.82E-05	4.84E-05	29.67	53.00
R04	2.32E-06	7.68E-06	29.67	53.00
R05	2.65E-06	8.37E-06	29.67	53.00
R06	9.10E-06	2.32E-05	29.67	53.00
R07	1.38E-05	3.92E-05	29.67	53.00
R08	2.22E-06	7.48E-06	29.67	53.00
R09	1.07E-05	2.73E-05	29.67	53.00
R10	5.58E-07	1.57E-06	29.67	53.00
R11	6.61E-07	2.22E-06	29.67	53.00
Valore limite di QA	*40*	*50*	*40*	*50*

Tabella 3.2 – PM10 – Sintesi dei risultati della simulazione per l'anno tipo di riferimento (scenario emergenza e testing).

Come evidente anche nello scenario di massimo impatto definito dalle applicazioni modellistiche e dai risultati mostrati nella tabella precedente non c'è significativo aggravio dello stato della qualità dell'aria per il parametro PM10.

Per il CO i valori di qualità dell'aria registrati dalla stazione di Pavia Piazza Minerva per l'anno 2022 sono rispettivamente:

- Numero di superamenti del valore di 10 mg/m^3: 0
- Massimo delle medie di 8 ore: 2.1 mg/m^3
- Massimo orario: 3.2 mg/m^3

CO Scenario Test	**Valori calcolati CALPUFF** mg/m^3	**Valori Qualità dell'aria POST OPERAM** mg/m^3 **(CALPUFF + QA)**
Recettori	**Massimo orario**	**Massimo orario**
R01	0.0006	3.2000
R02	0.0011	3.2000
R03	0.0010	3.2000
R04	0.0005	3.2000
R05	0.0005	3.2000
R06	0.0006	3.2000
R07	0.0011	3.2000
R08	0.0004	3.2000
R09	0.0009	3.2000
R10	0.0002	3.2000
R11	0.0002	3.2000
Valore limite di QA	*10*	*10*

Tabella 3.3 – CO – Sintesi dei risultati della simulazione per l'anno tipo di riferimento (scenario emergenza e testing).

Come evidente anche nello scenario di massimo impatto definito dalle applicazioni modellistiche e dai risultati mostrati nella tabella precedente non c'è significativo aggravio dello stato della qualità dell'aria per il parametro CO.

3.2 Scenario esercizio

In questo paragrafo si riportano i risultati delle elaborazioni svolte per le simulazioni per lo scenario cumulato ovvero lo scenario dei test da effettuare durante l'anno per i motori e lo scenario di emergenza.

Per il biossido di azoto i valori di qualità dell'aria registrati dalla stazione di Pavia v. Folperti per l'anno 2022 sono rispettivamente:

- Media annuale: 23.5 μg/m^3
- Numero di superamenti del valore di 200 μg/m^3: 0
- Percentile delle medie orarie 99.8°: 86.5 μg/m^3

NO2	**Valori calcolati CALPUFF** μg/m^3		**Valori** μg/m^3	**Qualità dell'aria POST OPERAM (CALPUFF + QA)**
Recettori	**NO2 media annuale**	**NO2 percentile 99.8° delle medie orarie**	**NO2 media annuale**	**NO2 percentile 99.8° delle medie orarie**
R01	0.54	11.0	24.1	96.7
R02	1.49	20.0	25.0	98.2
R03	1.23	20.7	24.8	100.0
R04	0.16	8.8	23.7	96.3
R05	0.18	10.8	23.7	96.4
R06	0.63	11.4	24.2	100.2
R07	0.94	22.1	24.5	96.6
R08	0.15	6.6	23.7	96.3
R09	0.73	19.2	24.3	96.4
R10	0.04	2.2	23.6	100.3
R11	0.05	3.0	23.6	95.8
Valore limite di QA	*40*	*200*	*40*	*200*

Tabella 3.4 – NO2 – Sintesi dei risultati della simulazione per l'anno tipo di riferimento (scenario emergenza e testing).

Come evidente anche nello scenario di massimo impatto definito dalle applicazioni modellistiche e dai risultati mostrati nella tabella precedente non c'è significativo aggravio dello stato della qualità dell'aria per il parametro NO2.

Per il PM10 i valori di qualità dell'aria registrati dalla stazione di Pavia v. Folperti per l'anno 2022 sono rispettivamente:

- Media annuale: 29.7 μg/m^3
- Numero di superamenti del valore di 50 μg/m^3 : **45**
- Percentile delle medie orarie 90.4°: **53.0** μg/m^3

PM10	**Valori calcolati CALPUFF** μg/m³		**Valori** μg/m³	**Qualità dell'aria POST OPERAM (CALPUFF + QA)**
Recettori	**PM10 media annuale**	**PM10 percentile 90.4° delle medie giorno**	**PM10 media annuale**	**PM10 percentile 90.4° delle medie giorno**
R01	4.88E-05	1.04E-01	29.67	53.05
R02	1.38E-04	2.84E-01	29.73	53.13
R03	1.14E-04	2.23E-01	29.71	53.14
R04	1.45E-05	3.54E-02	29.64	53.02
R05	1.66E-05	3.86E-02	29.64	53.01
R06	5.70E-05	1.07E-01	29.67	53.06
R07	8.67E-05	1.81E-01	29.69	53.23
R08	1.39E-05	3.45E-02	29.64	53.01
R09	6.67E-05	1.26E-01	29.68	53.10
R10	3.49E-06	7.25E-03	29.63	53.00
R11	4.14E-06	1.02E-02	29.63	53.01
Valore limite di QA	*40*	*50*	*40*	*50*

Tabella 3.5 – PM10 – Sintesi dei risultati della simulazione per l'anno tipo di riferimento (scenario emergenza e testing).

Come evidente anche nello scenario di massimo impatto definito dalle applicazioni modellistiche e dai risultati mostrati nella tabella precedente non c'è significativo aggravio dello stato della qualità dell'aria per il parametro PM10.

Per il CO i valori di qualità dell'aria registrati dalla stazione di Pavia Piazza Minerva per l'anno 2022 sono rispettivamente:

- Numero di superamenti del valore di 10 mg/m^3: 0
- Massimo delle medie di 8 ore: 2.1 mg/m^3
- Massimo orario: 3.2 mg/m^3

CO mg/m^3	**Valori calcolati CALPUFF**	**Valori Qualità dell'aria POST OPERAM (CALPUFF + QA)**
Recettori	**Massimo orario**	**Massimo orario**
R01	0.1480	3.2000
R02	0.4674	3.2000
R03	0.2732	3.2000
R04	0.1353	3.2017
R05	0.1588	3.2000
R06	0.1660	3.2000
R07	0.2589	3.2000
R08	0.1714	3.2000
R09	0.2450	3.2000
R10	0.0667	3.2000
R11	0.0501	3.2037
Valore limite di QA	*10*	*10*

Tabella 3.6 – CO – Sintesi dei risultati della simulazione per l'anno tipo di riferimento (scenario emergenza e testing).

Come evidente anche nello scenario di massimo impatto definito dalle applicazioni modellistiche e dai risultati mostrati nella tabella precedente non c'è significativo aggravio dello stato della qualità dell'aria per il parametro CO.

3.3 Mappe di concentrazione

Sono riportate in allegato le mappa di concentrazione ottenute dalle simulazioni dell'anno tipo simulato per l'esercizio del datacenter che comprende lo scenario di emergenza e di testing per ciascuno degli inquinanti oggetto d'indagine. Ciascuna mappa illustra l'intero dominio di calcolo (8km x 8 km).

Come detto in precedenza la metodologia con cui sono state sviluppate le simulazioni ha previsto lo svolgimento di simulazioni differenziate per lo scenario di TEST e per lo scenario di EMERGENZA.

Le elaborazioni per la predisposizione delle mappe di ricaduta hanno previsto l'individuazione di due distinti set di dati:

- per lo scenario di TEST considerando tutte le emissioni dei 48 generatori funzionanti per il tempo di testo nel corso dell'anno solare cosi da poter individuare le ore che meteorologicamente parlando sono quelle più sfavorite per la dispersione. Questo a favore di sicurezza ha permesso di calcolare valori di media annuale e di percentili che considerino quindi queste condizioni.
- per lo scenario di EMERGENZA si è configurato il modello di calcolo perché simulasse le emissioni contemporanee dei 48 generatori per tutte le ore dell'anno solare e poi sono state elaborate per determinare il contributo relativo delle 10 ore di emergenza ipotizzate nelle ore dell'anno meteorologicamente sfavorite (le 10 peggiori ore dell'anno su tutte quelle simulate 8760 ore). Il contributo relativo di questo scenario è stato sommato su base oraria a quello dello scenario di test per calcolare la media annuale e il valore dei percentili previsti dalla normativa sulla qualità dell'aria.

L'avverarsi in realtà delle condizioni simulate è del tutto improbabile in relazione alla programmazione delle attività di test ed alla sperabile non necessità dell'avverarsi dello scenario di emergenza. Quindi lo scenario di esercizio proposto e per il quale si mostrano le mappe di ricaduta è da considerarsi molto cautelativo.

La verifica del potenziale impatto sulla qualità dell'aria dimostra, come mostrato nelle figure ed in questo paragrafo una previsione di impatto conforme ai limiti di qualità dell'aria.

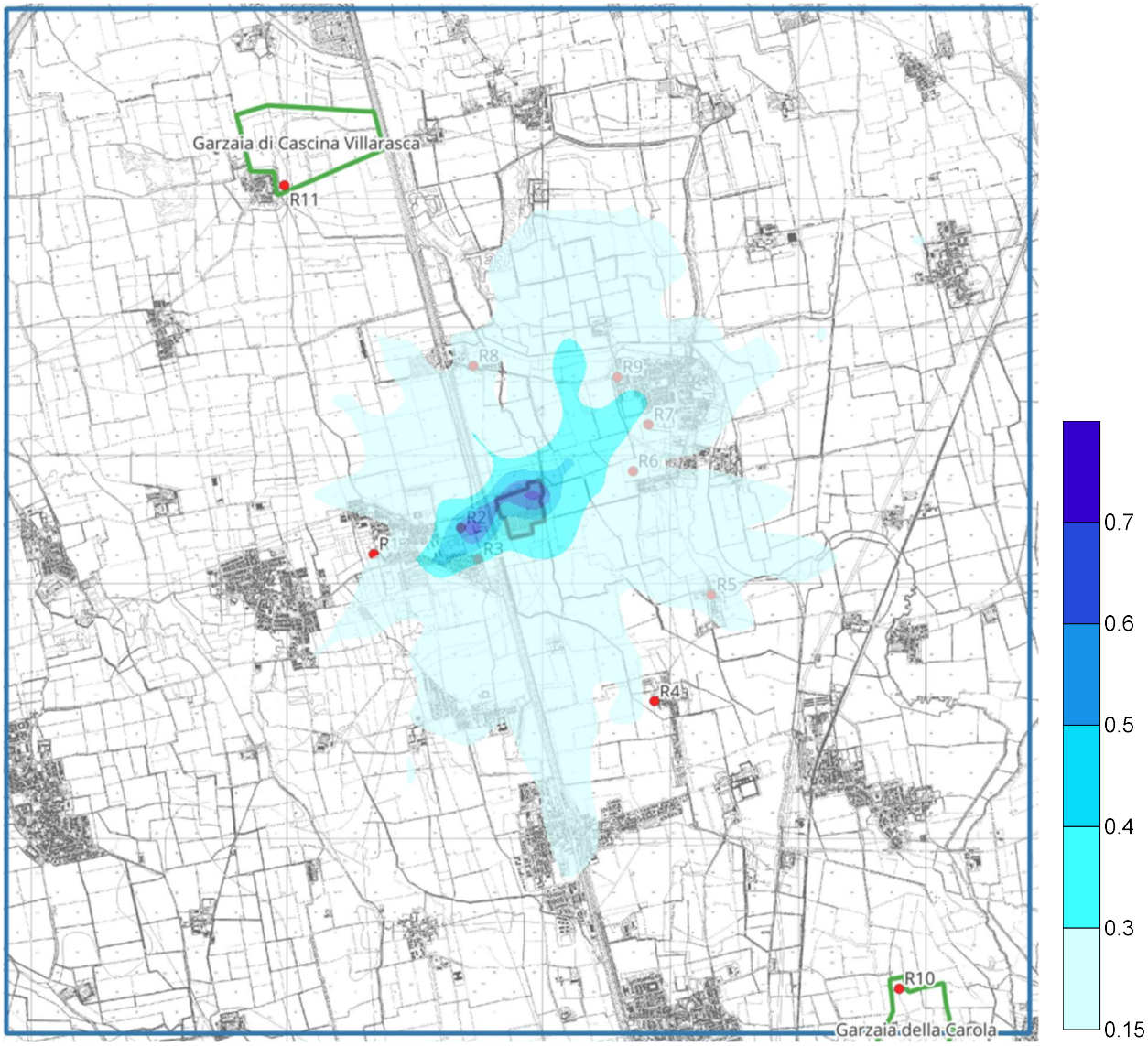

Figura 3.1 – concentrazione massima oraria di CO per lo scenario di esercizio (TEST + EMERGENZA) espressi in mg/m³ .

Il massimo valore di monossido di carbonio CO riscontrato dalle simulazioni di CALPUFF per lo scenario di esercizio (TEST+EMERGENZA) all'interno del dominio di calcolo è pari a 0.69 mg/m^3 che è più di 10 volte inferiore al valore limite di qualità dell'aria pari a 10 mg/m^3.

Figura 3.2 – concentrazione media annuale di NO2 per lo scenario di esercizio (TEST + EMERGENZA) espresse in μg/m³ .

Il massimo valore di biossido di azoto N02 riscontrato dalle simulazioni di CALPUFF per lo scenario di esercizio (TEST+EMERGENZA) all'interno del dominio di calcolo è pari a 8.51 μg/m³ che è circa di 5 volte inferiore al valore limite di qualità dell'aria pari a 40 μg/m³.

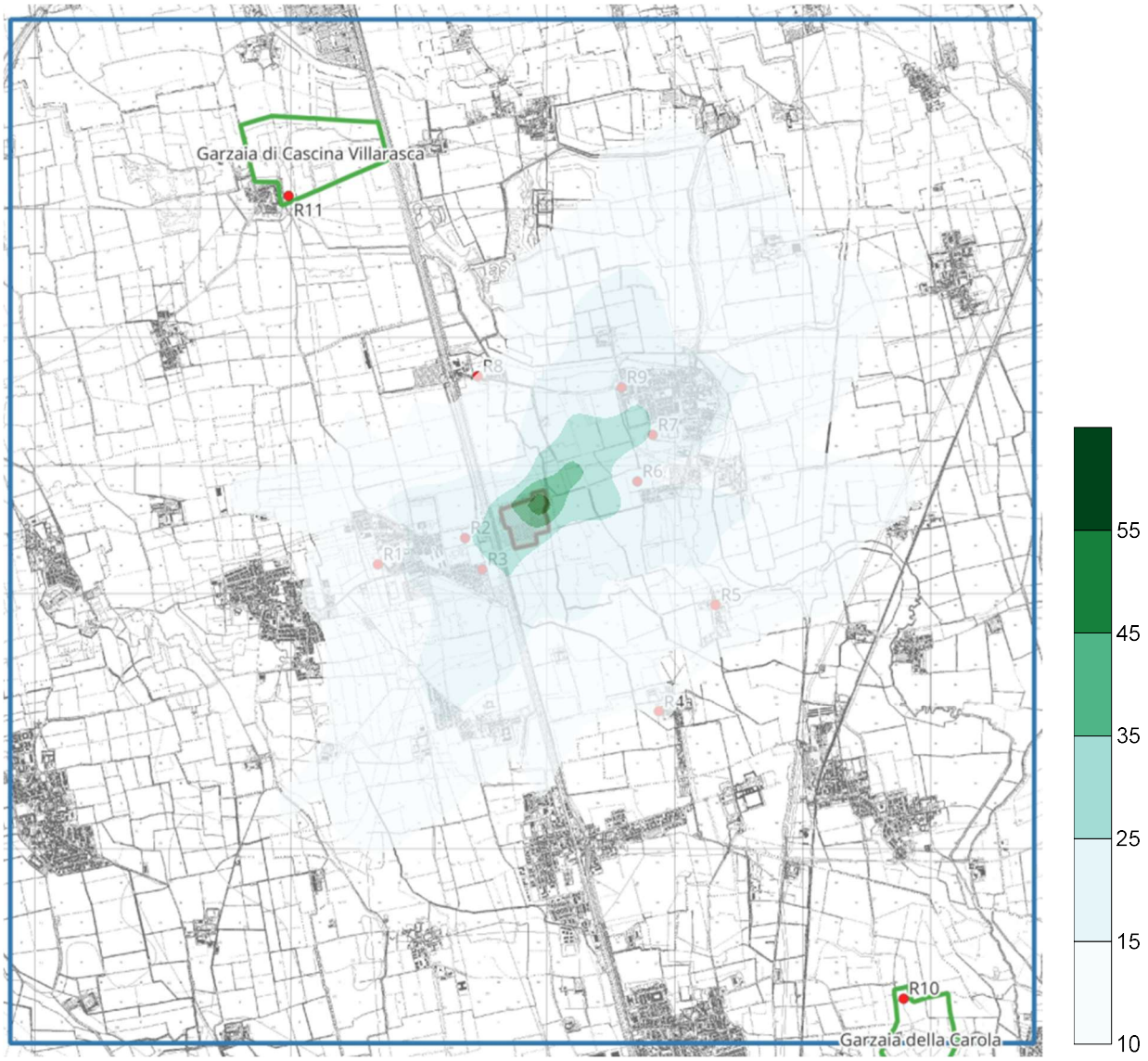

Figura 3.3 – percentile 99.8° delle concentrazioni medie orarie di NO2 per lo scenario di esercizio (TEST + EMERGENZA).

Il massimo valore di biossido di azoto N02 riscontrato dalle simulazioni di CALPUFF per lo scenario di esercizio (TEST+EMERGENZA) all'interno del dominio di calcolo è pari a 52.60 μg/m^3 che è circa di 4 volte inferiore al valore limite di qualità dell'aria pari a 200 μg/m^3.

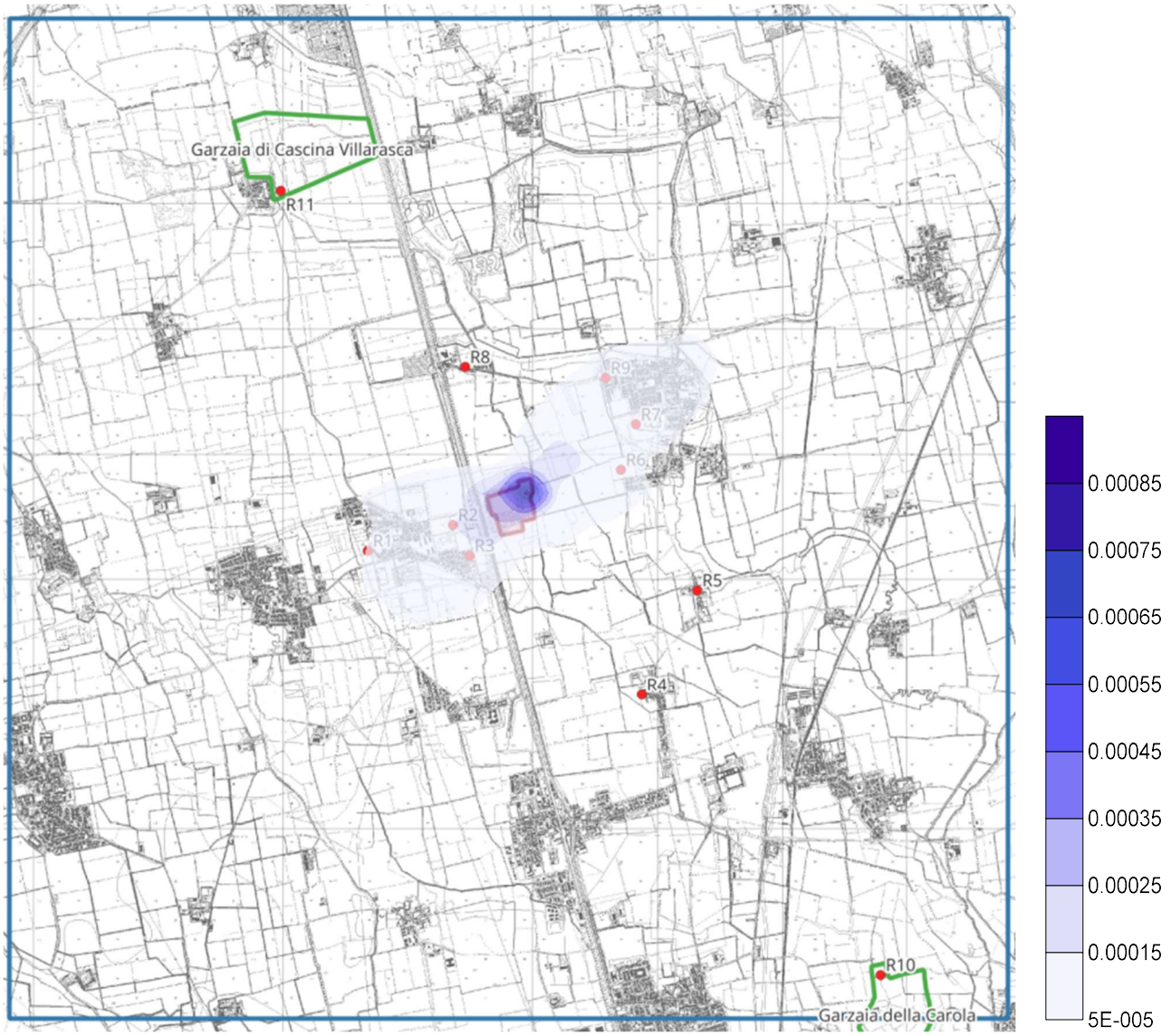

Figura 3.4 – concentrazione media annuale di PM10 per lo scenario di esercizio (TEST + EMERGENZA) .

Il massimo valore di polveri PM10 riscontrato dalle simulazioni di CALPUFF per lo scenario di esercizio (TEST+EMERGENZA) all'interno del dominio di calcolo è pari a 0.0008 μg/m^3 che è circa di 3 ordini di grandezza inferiore al valore limite di qualità dell'aria pari a 40 μg/m^3.

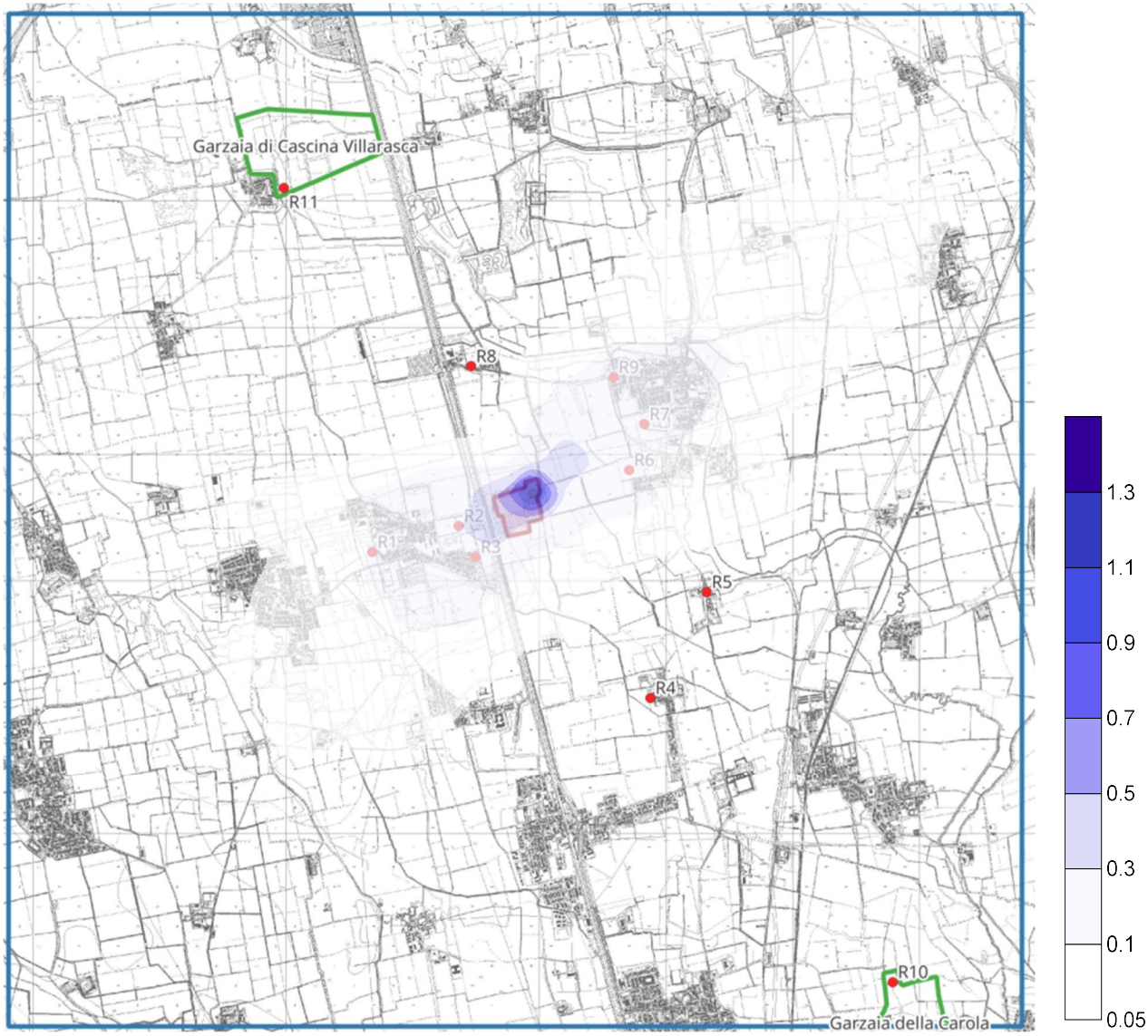

Figura 3.5 – percentile 90.4° delle concentrazioni medie giornaliere di polveri PM10 per lo scenario di esercizio (TEST + EMERGENZA).

Il massimo valore di polveri PM10 riscontrato dalle simulazioni di CALPUFF per lo scenario di esercizio (TEST+EMERGENZA) all'interno del dominio di calcolo è pari a 1.3 μg/m^3 che è circa di 1 ordin2 di grandezza inferiore al valore limite di qualità dell'aria pari a 50 μg/m^3.

4 CONCLUSIONI

In conclusione, si può affermare che i risultati mostrati, sia in forma di mappe di concentrazione che formato tabellare, mostrano la piena conformità rispetto ai limiti normativi degli inquinanti critici per la qualità dell'aria, sia considerando le medie annuali, sia le emissioni short term.

Tale conformità risulta rispettata in entrambi gli scenari considerati: quelli di testing ed eventuale fase di emergenza, nonostante, per tutte le simulazioni, siano stati utilizzati dati estremamente cautelativi; per la fase di test, infatti, l'accensione dei generatori è stata simulata nelle ore meteorologicamente peggiori dell'anno (quando è minore la capacità disperdente dell'atmosfera e quindi aumenta l'impatto degli inquinanti sulla qualità dell'aria). Per la fase di emergenza, invece, è stato considerato un intervallo temporale di dieci ore consecutive di blackout nazionale, eventualità che, nella storia, non si è mai verificata.

La conformità delle emissioni del progetto, è garantita anche considerando di sommare agli impatti dei generatori di emergenza installati lo stato di base di qualità dell'aria tratto dalle centraline ARPA, pertanto si può naturalmente concludere che il datacenter non sortisce alcun impatto rilevante sulla qualità dell'aria.

Si specifica che, per rendere ancora più basso l'impatto del progetto, le fasi di testing dei generatori saranno appositamente programmate nei momenti dell'anno in cui è più alta la capacità disperdente dell'atmosfera in base all'analisi dei dati delle centraline ARPA.

In considerazione del ridotto impatto dei generatori di emergenza sulla qualità dell'aria ambiente e della loro inefficacia in questo tipo di impianto, si specifica che non è prevista la dotazione di sistemi di abbattimento degli inquinanti, come gli SCR. Tali sistemi, infatti, entrano in funzione e quindi diventano efficaci nell'abbattimento degli NOx solo quanto viene raggiunta una certa temperatura, indicativamente dopo 30-45 minuti di accensione dei motori; nel caso in oggetto le fasi di testing sono state predisposte di soli 15 minuti contribuendo a rendere inefficaci tali sistemi nell'ordinarietà di utilizzo degli impianti.